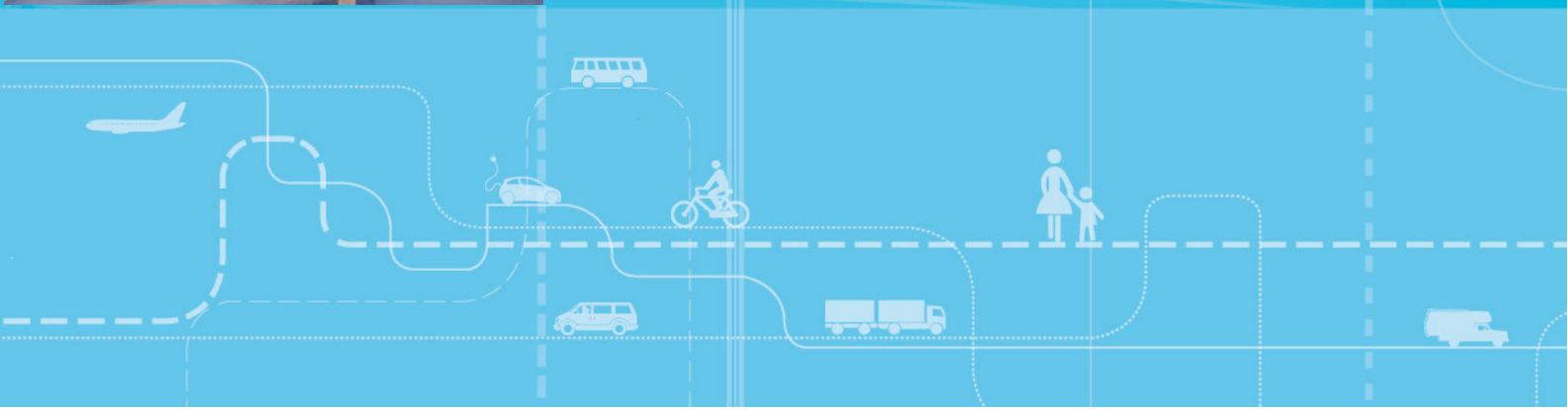
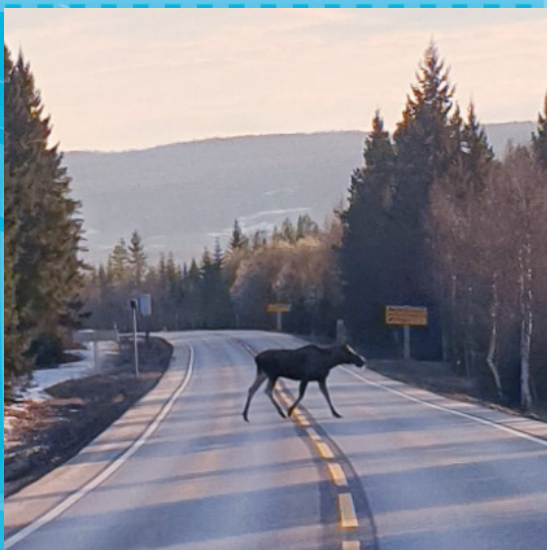


Trafikksikkerhetseffekter av tiltak mot viltulykker



Trafikksikkerhetseffekter av tiltak mot viltulykker

Alena Katharina Høye

Forsidebilde: Karianne Thøger

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 2535-5104

ISBN 978-82-480-2257-2 Elektronisk versjon

Oslo, juni 2019

Tittel: Trafikksikkerhetseffekter av tiltak mot viltulykker

Title: Road safety effects of wildlife- vehicle collision mitigation measures

Forfatter: Alena Katharina Høye

Author: Alena Katharina Høye

Dato: 06.2019

Date: 06.2019

TØI rapport: 1715/2019

TØI Report: 1715/2019

Sider: 45

Pages: 45

ISBN elektronisk: 978-82-480-2257-2

ISBN Electronic: 978-82-480-2257-2

ISSN: 2535-5104

ISSN: 2535-5104

Finansieringskilder: Statens vegvesen,
Vegdirektoratet;
Samferdselsdepartementet

Financed by: The Norwegian Public Roads
Administration;
Ministry of Transport and
Communications

Prosjekt: 1175 -
Trafikksikkerhetshåndboken

Project: 1175 – Handbook of Road
Safety Measures

Prosjektleder: Alena Høye

Project Manager: Alena Høye

Kvalitetsansvarlig: Trine Dale

Quality Manager: Trine Dale

Fagfelt: Sikkerhet og tiltak

Research Area: Safety and Crash
Countermeasures

Emneord: Trafikksikkerhet; ulykke; vilt; elg;
hjort; rådyr

Keywords: Road Safety; accidents; wildlife;
animal collision; moose; deer

Sammendrag:

Tiltak mot viltulykker omfatter vegtiltak som har som formål å endre bilistenes eller dyrenes atferd, kjøretøytiltak, samt tiltak knyttet til skog og viltforvaltning. Blant vegtiltakene har villtette gjerdene med tilrettelagte krysningsmulighetene vist seg å være mest effektive, forutsatt at gjerdene er tilstrekkelig lange og at krysningsmulighetene er utformet slik at de blir tatt i bruk av viltet. For fareskilt er det ikke funnet noen ulykkesreduserende effekt, men variable skilt kan redusere antall vilt påkjørsler. Slike skilt aktiveres kun når det er vilt ved vegen, og effekten forutsetter at bilistene opplever informasjonen som troverdig. Nedsatt fartsgrense og vegbelysning kan redusere antall påkjørsler, men resultatene fra empiriske studier spriker. Tiltak som skal endre dyrenes atferd (f.eks. viltspeil, lyd- og lyssignaler) har ikke vist seg å ha noen (langvarig) effekt. Forbedringer av bilenes passive sikkerhet kan redusere skadegraden i viltulykker. Viltvarsling som aktivt sikkerhetstiltak i kjøretøy kan teoretisk redusere risikoen for vilt påkjørsler, men dette er ikke empirisk dokumentert. Fjerning av vegetasjon ved vegkanten kan redusere antall påkjørsler, men resultatene fra empiriske studier spriker. Jakt og føring kan henholdsvis redusere viltbestanden og holde viltet borte fra vegene og dermed redusere antall påkjørsler.

Summary:

Wildlife-vehicle collision mitigation measures include measures that aim at changing the behavior of either motorists or animals, vehicle safety measures, and measures related to forestry and wildlife administration. Fencing with safe and attractive wildlife crossings was found to be effective, while no effects were found for warning signs, except possibly variable signs. The latter can be effective if motorists experience a contingency between activated signs and animals at the roadside. Reduced speed limits and road lighting may reduce wildlife collisions, but results from empirical studies are inconsistent. Measures that aim at changing the animals' behavior (such as mirrors and reflectors) have for the most part no (long term) effects. Improved vehicle crashworthiness can reduce the severity of vehicle-wildlife collisions. Crash mitigation effects of active vehicle safety measures have not been empirically documented. Removing vegetation from roadsides may reduce wildlife collisions, but the results from empirical studies are inconsistent. Hunting and feeding can keep moose away from roads, especially in winter and thereby reduce the number of collisions.

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalléen 21, N-0349 Oslo, Norway
Telephone 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

Denne rapporten inneholder en lang versjon av kapitlet i Trafikksikkerhetshåndboken om tiltak mot viltulykker. En kort versjon av kapitlet er publisert i webutgaven av Trafikksikkerhetshåndboken (<https://tsh.toi.no/>; kapittel 1.16).

Trafikksikkerhetshåndboken er et oppslagsverk som siden 1980 er oppdatert kontinuerlig på oppdrag av Statens vegvesen, Vegdirektoratet, og Samferdselsdepartementet. Boken inneholder per i dag 147 kapitler om ulike typer trafikksikkerhetstiltak.

TØIs prosjektleder har vært Alena Høye som har gjort litteraturgjennomgangen og skrevet rapporten. Oppdragsgiveres kontaktperson har vært Arild Ragnøy fra Vegdirektoratet. Henrik Wildenschild (Statens vegvesen, Region nord) har lest og kommentert rapporten.

Michael W.J. Sørensen og Trine Dale har stått for kvalitetssikring av rapporten. Trude Rømming har tilrettelagt rapporten for utgivelse elektronisk.

Oslo, juni 2019
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Trine Dale
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

1	Bakgrunn	1
2	Problem og formål	2
2.1	Hjortevilt påkjørt på veg.....	2
2.2	Personskadeulykker med vilt	3
2.3	Når og hvor skjer viltulykker?	5
3	Beskrivelse av tiltaket	9
4	Virkning på ulykkene	10
4.1	Vegtiltak rettet mot bilførere	10
4.2	Vegtiltak som skal endre dyrenes atferd.....	15
4.3	Kjøretøytiltak	25
4.4	Skog og viltforvaltning.....	26
4.5	Oppsummering.....	29
5	Virkning på framkommelighet	32
6	Virkning på miljøforhold	33
7	Kostnader	34
8	Nytte-kostnadsvurderinger	35
9	Referanser	36

Sammendrag

Trafikksikkerhetseffekter av tiltak mot viltulykker

TOI rapport 1715/2019

Forfatter: Alena Høye

Oslo 2019 45 sider

Denne rapporten oppsummerer virkninger av ulike tiltak mot viltulykker på veg. Rapporten inneholder en lang versjon av kapitlet i Trafikksikkerhetsboken om tiltak mot viltulykker (kapittel 1.16). En kort versjon av kapitlet er publisert i web-utgaven av Trafikksikkerhetsboken (<http://tsh.toi.no>).

For de fleste vegtiltakene som er rettet mot bilister (fareskilt, informasjonstiltak), ble det ikke funnet noen effekter på antall påkjørsler. Et mulig unntak er variable skilt (fareskilt, nedsatt fartsgrense) med viltdektorer som kun aktiveres når vilt oppholder seg ved vegen eller er i ferd med å krysse vegen. Forutsetningen er at systemet oppleves som pålitelig av bilistene, dvs. at de opplever en sammenheng mellom aktivert varsling og (synlig) vilt ved vegen. Hvorvidt vegbelysning er et effektivt tiltak er usikkert; vegbelysning reduserer oppdagelsesavstanden for vilt, men kan også føre til økt fart. Nedsatt fartsgrense kan også redusere antall viltpåkjørsler. Lavere fartsgrenser har imidlertid bare i noen studier vist seg å ha sammenheng med færre viltpåkjørsler, mens andre studier ikke har funnet noen sammenheng.

Det mest effektive tiltaket er trolig vilttette gjerder med tilrettelagte krysningmuligheter (tunnel, bro eller «gangfelt» med viltdektor og varsling for bilistene). Forutsetningen er at gjerdet er tett og lang nok (ellers vil dyrene ta seg gjennom gjerdet eller krysse vegen ved gjerdenes ende), samt at krysningmulighetene er utformet slik at de faktisk tas i bruk av viltet (noe som ikke alltid er tilfelle). Andre tiltak som har som formål å endre dyrenes atferd har for det meste ikke vist seg å ha noen effekt, eller bare en kortvarig effekt. Dette gjelder viltspeil og reflektorer, lyd- og lyssignaler og luktstoffer. Vilt forbinder ikke slike tiltak med fare, eller venner seg fort til tiltakene.

Biler med god passiv sikkerhet kan redusere skadegraden i ulykker. Hvorvidt aktive sikkerhetstiltak kan påvirke antall påkjørsler er hittil ikke empirisk undersøkt.

Rydding av vegetasjon langs vegkanten kan redusere antall viltpåkjørsler, i hovedsak om vinteren. Dette gjelder imidlertid bare dersom vegkanten holdes permanent fri for vegetasjon, ellers vil den nye vegetasjonen som kommer opp, tiltrekke flere dyr.

Mer overordnede tiltak som har som mål å påvirke vilttettheten i nærheten av veger kan redusere antall viltpåkjørsler. Dette gjelder jakt som reduserer bestandsstørrelsen i områder i nærheten av veger og fôringsplasser i tilstrekkelig stor avstand fra veger.

1 Bakgrunn

Denne rapporten oppsummerer empiriske studier som har undersøkt virkninger av ulike tiltak mot viltulykker på veg. Hovedfokuset er på virkninger på antall viltpåkjørslar, men det er også sett på virkninger på viltets og førernes atferd når denne kan antas å ha sammenheng med risikoen for påkjørsler.

Rapportens innhold er en lang versjon av kapitlet i Trafikksikkerhetshåndboken om tiltak mot viltulykker (kapittel 1.16). En kort versjon av kapitlet er publisert i web-utgaven av Trafikksikkerhetshåndboken (<http://tsh.toi.no>). Rapporten er bygd opp etter standardoppsettet for kapitler i Trafikksikkerhetshåndboken.

2 Problem og formål

Viltulykker omfatter alle vegtrafikkulykker hvor vilt er innblandet. Det er ifølge Hjorteviltregisteret (hjorteviltregisteret.no) i hovedsak hjortevilt. Øvrige arter er bever, grevling, havørn, hønsehauk, kongeørn, moskus, mårhund, oter, rev og villsvin. Påkjørte dyr (som f.eks. pinnsvin eller padder) uten at det skade på kjøretøy eller personer regnes ikke som viltulykke.

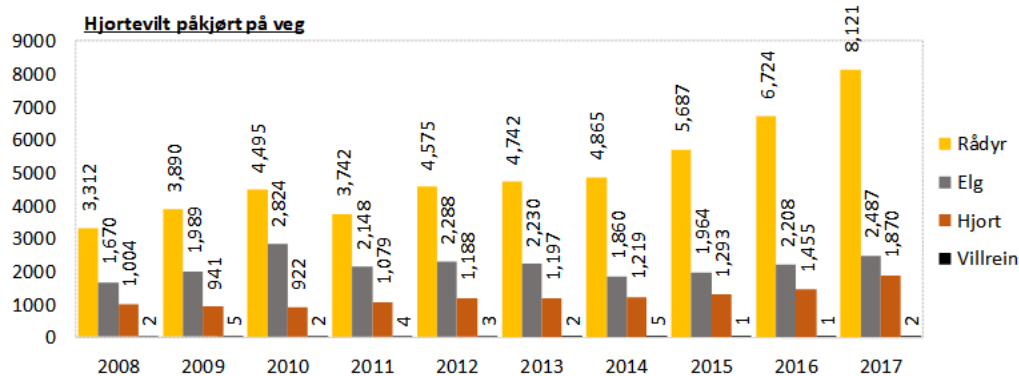
Tiltak mot viltulykker har til formål å redusere antall slike ulykker og redusere skadeomfanget i den enkelte ulykke. Antall hjortevilt som blir påkjørt på vegen i Norge, har i de siste ti årene økt fra ca. 5000 per år til over det dobbelte. Økningen er størst for rådyr. Antall påkjørte hjorter har økt med omtrent 50%, mens antall påkjørte elger er omtrent uendret over tid. For rådyr og elg tilsvarer utviklingen av antall påkjørte dyr omtrent bestandsutviklingen, mens hjortebestanden ikke har endret seg tilsvarende endringen av antall påkjørsler. Antall personer som er skadd eller drept i ulykker med dyr innblandet, har likevel gått ned i det samme tidsrommet (disse omfatter imidlertid også påkjørsler av andre typer dyr).

Viltpåkjørsler er ikke bare et problem for trafikksikkerheten, de medfører også store lidelser for dyr (Wildenschild et al., 2013).

2.1 Hjortevilt påkjørt på veg

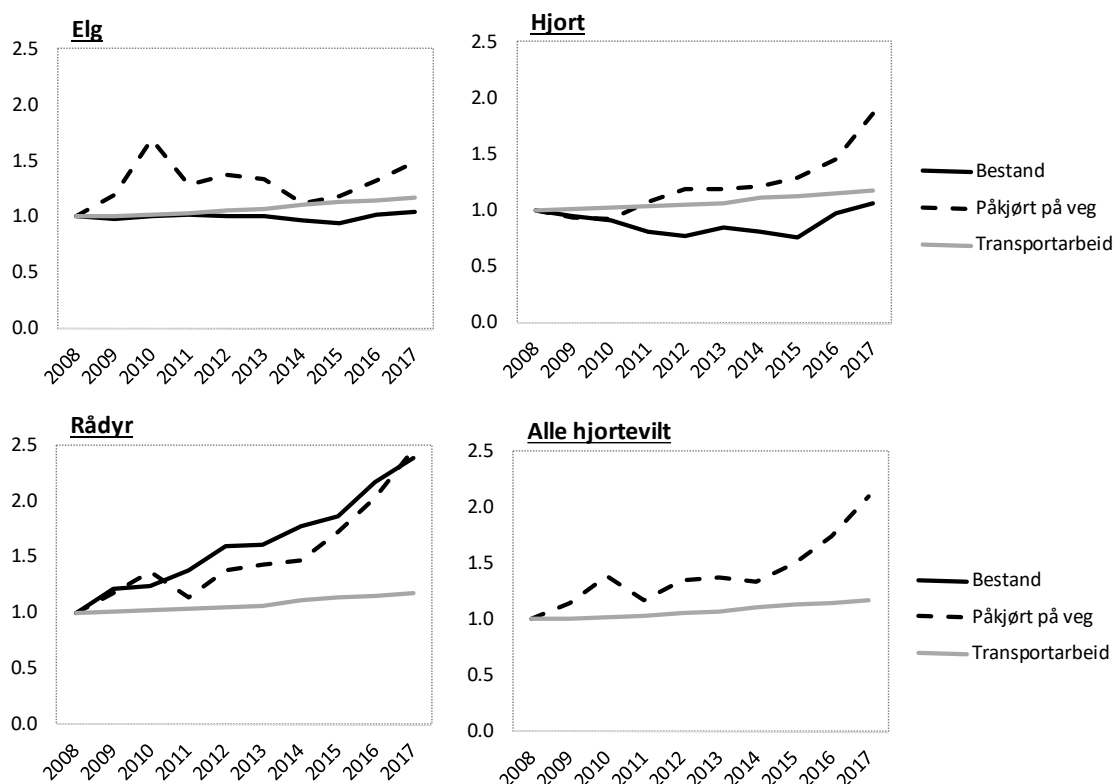
Basert på informasjon i hjorteviltregisteret (hjorteviltregisteret.no) viser de følgende figurene utviklingen av antall påkjørte hjortevilt på veg. Av alt vilt som er påkjørt på veger, er det aller meste hjortevilt (96%).

Figur 1 viser årlige antall hjortevilt som er påkjørt på veg i Norge i 2008-2017. Antall påkjørte rådyr er mer enn doblet i perioden. Antall påkjørte elg varierer mye fra år til år, men er totalt sett relativt uendret over tid (antallet er 1,6% lavere i 2013-2017 enn i 2008-2012 i gjennomsnitt). Antall påkjørte hjort har økt med over 50%.



Figur 1: Hjortevilt påkjørt på veg i Norge, 2008-2017 (Hjorteviltregisteret).

Figur 2 viser utviklingen av relative antall påkjørte elg, hjort og rådyr, samt alle hjortevilt, sammen med utviklingen av trafikkarbeid og bestandsutviklingen. Antallene i 2008 er satt lik én. Trafikkarbeidet er basert på Farstad (2014; million kjøretøykilometer, trafikkarbeid i 2014-2017 er estimert som lineær trend). Bestandsutviklingen er estimert ut fra informasjon i hjorteviltregisteret om antall sette dyr per jegerdag for elg og hjort og ut fra antall skutte dyr for rådyr. Figuren viser at utviklingen av antall påkjørte dyr har ligget tett på bestandsutviklingen for rådyr og elg (med stor årlig variasjon for elg). For hjort tyder resultatene på at antall påkjørsler har økt i større grad enn både bestand og trafikkmengde. Disse resultatene gjelder på landsbasis. Det kan være store lokale variasjoner.



Figur 2: Utviklingen av relative antall påkjørte elg, hjort og rådyr, samt alle hjortevilt, sammen med utviklingen av trafikkarbeid og bestanden; antall i 2008 er satt lik én (forklaringer i teksten).

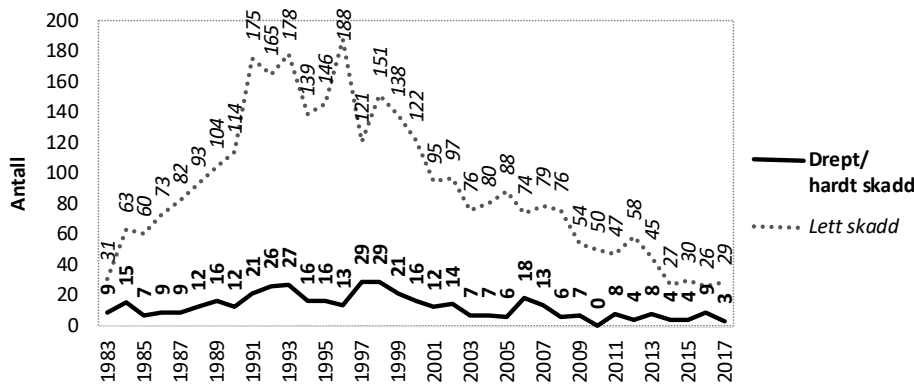
2.2 Personskadeulykker med vilt

De fleste viltulykker fører kun til materiell skade. De mest alvorlige viltulykkene er elgpåkjørsler. Elg er både høyere og tyngre enn annet hjortevilt. En voksen elgokse kan veie opptil 550 kg i Norge, mens en voksen elgku kan veie opptil 400 kg (hjortevilt.no). Hjort veier som regel mellom 100 og 200 kg (wikipedia.no). Voksne rådyr i Norge veier som regel mellom 23 og 36 kg (hjortevilt.no; alle vektene gjelder levende dyr).

Eldre studier fra Norge og Sverige har vist at risikoen for personskade i en elgpåkjørsel er ca. 12 ganger så stor som risikoen for personskade i en påkjørsel av annet hjortevilt (Almkvist et al., 1980, Sverige; Messelt, 1994, Norge). Center for Disease Control (2006, USA) viste at risikoen for personskade i en elgpåkjørsel er ca. seks ganger så stor som i en påkjørsel av hjort, og at risikoen for å bli drept i en elgpåkjørsel er ca. 26 ganger så stor som i en påkjørsel av hjort.

I Norge har det i løpet av årene 2008-2017 i gjennomsnitt vært 0,9 drepte, 4,4 hardt skadde og 44,2 lett skadde i ulykker med dyr innblandet. Personskadestatistikken skiller ikke mellom ulike typer dyr og det er derfor ikke uten videre mulig å si noe om hvor mange av disse som ble skadd eller drept i viltulykker. En analyse gjort av Wildenschild et al. (2013) viser at det i 2005-2011 var 437 personskadeulykker med dyr innblandet, hvorav 365 (84%) var viltulykker.

Utviklingen av antall drepte/hardt skadde og lett skadde i ulykker med dyr innblandet i 1983-2017 er vist i figur 3 basert på offisiell personskadestatistikk (antallene omfatter alle ulykker med dyr innblandet, ikke bare viltulykker). Figuren viser at antall lett skadde i ulykker med dyr innblandet har gått nesten kontinuerlig ned, fra 76 i 2008 til 29 i 2017. Dette til tross for at antall påkjørsler av hjortevilt har økt i den samme perioden (se avsnitt over). Antall drepte/hardt skadde i ulykker med dyr innblandet har ligget mellom null og ni i denne perioden med stor variasjon fra år til år. Antall lett skadde og antall drepte/hardt skadde i ulykker med dyr innblandet var på sitt høyeste mellom 1990 og 2000. Antall lett skadde er trolig underrapportert, men uten at det er kjent om graden av underrapportering har endret seg over tid.



Figur 3: Årlige antall drepte/hardt skadde og lett skadde i ulykker med dyr innblandet i Norge (1983-2017; SSB).

Figur 4 viser utviklingen over tid av andelene av alle drepte/hardt skadde og av alle lett skadde som er skadd i ulykker med dyr innblandet. Andelen av alle lett skadde som er skadd i ulykker med dyr innblandet, har gått ned siden omtrent 1995. Antall drepte/hardt skadde har også gått ned over tid. Andelen av alle drepte/hardt skadde som er skadd/drept i ulykker med dyr innblandet, ser også ut til å ha gått ned, men det er store variasjoner fra år til år.



Figur 4: Utviklingen over tid av andelen av alle drepte/hardt skadde og lett skadde som er skadd/drept blant alle henholdsvis drept/hardt skadde og lett skadde (1983-2017; SSB).

Fordelingen av drepte og skadde i ulykker med dyr innblandet på trafikantgruppene er som følgende: To tredjedeler (67%) har vært førere eller passasjerer i personbil eller varebil, 28% har vært fører eller passasjer på moped eller motorsykkel og 5% har vært andre trafikantgrupper (bl.a. hest med rytter eller vogn, sykkel, bus, campingbil).

Skadegraden i viltulykker er i gjennomsnitt langt høyere blant motorsyklister enn blant personer i bil eller andre motorkjøretøy. Personskadestatistikken (2008-2017) viser at andelen som er drept eller hardt skadd av alle skadde og drepte i ulykker med dyr innblandet, er langt høyere blant personer på moped eller motorsykkel (20%) enn blant dem i person- eller varebil (6%). Dette tilsvarer en risikoøkning på omtrent 300%. Dette gjelder ulykker med dyr innblandet som har skjedd i Norge i 2008-2017. I analysen som er gjort av Wildenschild et al. (2013) og som er basert på viltulykker (2005-2011) er andelen drept eller hardt skadde på moped/MC og i andre motorkjøretøy henholdsvis 32% og 8%, tilsvarende en risikoøkning for moped/MC på 400%.

En amerikansk studie (Williams & Wells, 2005) viser at motorsyklister har minst 30 ganger så høy risiko for å bli drept i en viltpåkjørsel som bilførere. Dette er basert på analyser av dødsulykker og antall registrerte kjøretøy. Når man tar hensyn til at kjørelengden trolig er langt mindre for motorsyklister enn for biler, er forskjellen mellom motorsyklister og bilførere enda større.

2.3 Når og hvor skjer viltulykker?

Studier av viltpåkjørsler viser at de fleste påkjørsler av elg og annet hjortevilt skjer i nærheten av skog, ved krysningpunkter og i områder med høy vilttetthet, i de første timene etter solnedgang og om vinteren (men rådyr påkjøres mest om våren og sommeren). Det kan imidlertid være store variasjoner mellom enkelte områder mht. når og hvor de fleste påkjørslerne skjer (Clevenger et al., 2015). Det kan også være forskjeller mellom arter. Resultatene fra enkelte studier kan derfor ikke uten videre generaliseres. I det følgende gis likevel en oversikt over resultatene fra studier som har undersøkt typiske faktorer ved påkjørsler av vilt. De aller fleste resultatene gjelder hjortevilt.

Skog: Påkjørsler av både hjortevilt og mindre pattedyr skjer ofte i nærhet av skog, især ung furuskog, og ved vassdrag (Ball & Dahlgren, 2002; Bélanger-Smith, 2014; Bruidenrink & Hazenbroek, 1996; Finder et al., 1999; Gunson et al., 2011; Lindstrøm, 2016). Det er især områder med stor habitatdiversitet som er utsatt for påkjørsler (Malo et al., 2004). Tett og variert vegetasjon i vegkanten kan også bidra til elgpåkjørsler (Found & Boyce, 2011A). I områder med åkrer er det færre påkjørsler av hjort enn i områder med skog (Hussain et al., 2007). Disse resultatene gjelder for alle typer hjortevilt.

Påkjørsler av villsvin skjer også ofte i nærheten av skog, men også i nærheten av dyrket mark (Primi et al., 2009) og generelt i områder hvor villsvin har tilgang til mat (Thurfjell et al., 2015).

Årstid: Fordelingen av viltpåkjørsler gjennom året har store variasjoner, både mellom arter og mellom geografiske områder (Steiner et al., 2014), men de fleste studiene viser at antall påkjørsler er høyest om vinteren eller om høsten og vinteren. Norsk personskadestatistikk og forsikringsstatistikk (2005-2011) viser at de fleste viltulykker skjer i oktober, mens de færreste skjer i april (Wildenschild et al., 2013). Den store andelen i oktober forklares med lysforhold, sesongtrekk på dyr, elgjakt, vær og snøforhold.

For **elg og hjort** viser flere studier av de fleste påkjørsler skjer om vinteren (Donaldson et al., 2015; Steiner et al., 2014; Hussain et al., 2007; Niemi et al., 2017), men det finnes også områder hvor slike ulykker skjer mest om sommeren (Dussault et al., 2006; Steiner et al., 2014). Donaldson et al. (2015) viser at det er en sammenheng mellom aktivitet av hjort og bjørn på den ene siden og antall påkjørsler på den andre siden (mer aktivitet medfører flere påkjørsler) og at denne sammenhengen er størst om vinteren.

Det er især når det er mye snø og lave temperaturer at det skjer mange elgpåkjørsler som to norske studier viser (Lindstrøm, 2016; Rolandsen et al., 2011). Rolandsen et al. (2011) har funnet de største sammenhengene mellom snødybde og antall elgpåkjørsler i fylker med generelt mye snø, mens det ikke ble funnet like store sammenhenger i fylker med lite snø.

At de fleste påkjørsler skjer om vinteren kan ha flere forklaringer:

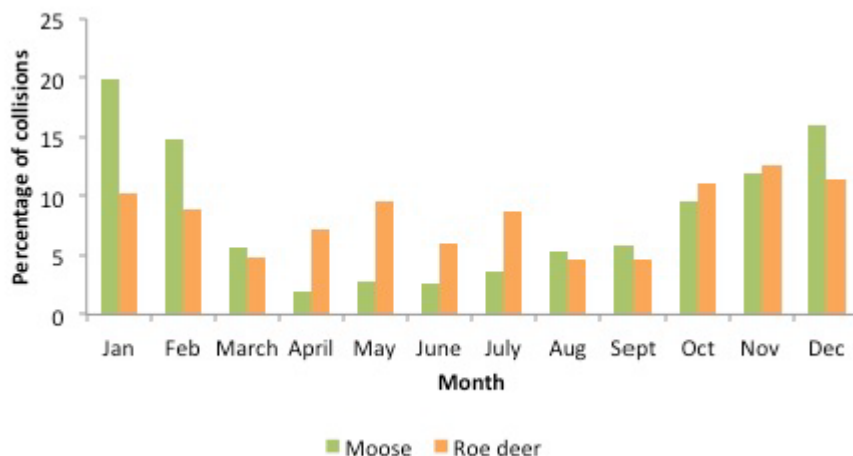
- Det er ofte mer elg og hjort i nærheten av veger om vinteren enn om sommeren (Storaas et al., 2005; Neumann et al., 2012). Om vinteren, når det er kalt og mye snø, oppholder elgen seg også oftere i nærheten av veger enn ellers (Lavsund & Sandgreen, 1991; Høye, 2005). Dette fordi vegene ofte ligger i lavereliggende strøk hvor et er mindre snø og bedre beiteforhold enn i høyereliggende strøk. Lindstrøm (2016) viser i en studie i Nord-Trøndelag at det er en sammenheng mellom snødybde og antall elgpåkjørsler. I snørike vintre er det enda flere elger som trekker ned mot vegene enn i mindre snørike vintre.
- Elgpåkjørsler skjer ofte når dyrene trekker mellom vinter- og sommerleveområdene, dvs. i begynnelsen og slutten av vinteren (Gibby & Clewell, 2006; Rogers, 2004). Trekkene pågår stort sett langs de samme rutene hvert år (Putman, 1997; Gibby & Clewell, 2006).
- Om vinteren er det mørkere og dyr er dermed vanskeligere å oppdage for bilister.

Skadegraden i viltpåkjørsler er som regel lavere om vinteren enn om sommeren og høsten (Gkritza et al., 2010; Niemi et al., 2017). Mulige forklaringer er:

- Vilt synes bedre om vinteren når det er snø (kontrast).
- Det er mindre vegetasjon og ikke løv på trær og busker langs vegkanten som tiltrekker dyr og hindrer sikten. Dermed har førere større sjanse for å redusere farten før kollisjonen.
- Farten er lavere når det er snø og is på vegene enn om sommeren. Lavere fart medfører lavere skadegrad hvis alt annet er likt.
- Om vinteren er mange førere mer oppmerksomme på vilt ifølge Gkritza et al. (2010).

Også påkjørsler av **villsvin** skjer mest om høsten og vinteren (Diaz-Varela et al., 2011; Kruuse et al., 2016; Primi et al., 2009).

Påkjørsler av **rådyr** skjer mest om våren, noe mindre om sommeren (mest i parringstiden midten av juli til midten av august) og minst om vinteren (Diaz-Varela et al., 2011; Hothorn et al., 2015; Steiner et al., 2014). En studie fra Nord-Trøndelag (Lindstrøm, 2016) viser et annet mønster. Er skjer påkjørsler av rådyr mest om høsten og vinteren (oktober til februar) og det finnes også topper i mai og juni (figur 5).



Figur 5: Fordeling av elg- og rådyrpåkjørsler på måneder i Nord-Trøndelag 2009-2015 (figur fra Lindstrøm, 2016).

Tid på døgnet / lysforhold: De fleste påkjørsler av hjortevilt, inklusive rådyr, skjer i de første 2-3 timene etter solnedgang, med det største antall ca. én time etter solnedgang (Dodd et al., 2013; Haikonen & Summala, 2001; Hothorn et al., 2015; Sullivan, 2011). Dette kan skyldes både større aktivitet av elg ved solopp- og nedgang og at elg i mindre grad oppsøker åpne flater i dagslys. Neumann et al. (2012) viser at lysforholdene har større effekt på antall påkjørsler enn elgenes aktivitet, dvs. at det i hovedsak er mørket i seg selv som bidrar til høy risiko.

Påkjørsler av villsvin skjer mest etter solnedgang og til sent på natten (Diaz-Varela et al., 2011; Krusse et al., 2016; Primi et al., 2009). Forklaringen er at villsvin er mest aktiv om natten mens de på dagtid ofte ligger helt i ro.

I skumringen og i mørke er elg også mindre synlig for bilister enn i dagslys. Sullivan (2011) viser at sammenhengen mellom fart og antall elgpåkjørsler er større i mørke enn i dagslys. Forklaringen er at dyr oppdages senere i mørke og at det dermed er enda vanskeligere å bremse i tide enn i dagslys. I dagslys derimot kan dyr ofte oppdages på lengre hold. Sammenhengen gjelder både for dødsulykker (1990-2008 i hele landet) og materiellskadeulykker (fire år med data fra én delstat).

Norsk personskade- og forsikringsstatistikk (2005-2011) viser at de fleste ulykker med dyr innblandet skjer om ettermiddagen og kvelden (kl. 16-23), til tross for synkende trafikkmengde i dette tidsrommet. Forsikringsstatistikken viser også en opphopning kl. 07 (Wildenschild et al., 2013). At det er færre viltulykker kl. 09-14, til tross for relativt stor trafikkmengde, forklares med at dyrene i dette tidsrommet er minst aktive. Resultatene tyder ikke på noen sammenheng mellom tid på døgnet og skadegrad.

Dussault et al. (2006) viser at de fleste elgpåkjørslene skjer om natten (definert som én time etter solnedgang til én time før soloppgang), fulgt av timene før og etter solopp- og nedgang.

Ukedager: Hothorn et al. (2015) viser at færre rådyrpåkjørsler skjer i helgene enn på andre dager, noe som forklares med at det er mindre trafikk i helgene.

Vær: Hjorteviltpåkjørsler skjer oftere når det er varmt og høyt lufttrykk (Dussault et al., 2006). Dette gjelder uavhengig av årstiden (det er kontrollert for månedlige endringer i antall påkjørsler).

Olson et al. (2015) viser at vær- og snøforhold kan ha stor effekt både hvor mye elg som krysser trafikkerte veger og på antall påkjørsler. Studien har sammenlignet værforhold, hvor elg oppholder seg, antall kryssinger og antall påkjørsler mellom to vintre, hvorav den andre vinteren hadde kun omtrent halvparten så mye nedbør og snø som den første. I den andre vinteren, med lite nedbør og snø, oppholdt elgen seg i høyereliggende områder i større avstand fra trafikkerte veger. Antall kryssinger var redusert med 96% og antall påkjørsler var redusert med 75%. Nedgangen i antall påkjørsler kan trolig i hovedsak forklares med nedgangen av antall kryssinger.

Vegen: Faktorer ved vegen som kan påvirke antall vilt påkjørsler er følgende:

- **Fartsgrense:** Sammenhengen mellom fartsgrense og antall vilt påkjørsler er undersøkt i en rekke studier som er oppsummert i avsnitt 4.1.
- **Trafikkmengde:** Trafikkmengde har ikke vist seg å påvirke antall påkjørsler av hjortevilt når man kontrollerer for andre faktorer som vilttetthet (Bissonette & Kassari, 2008). En norsk studie viser imidlertid at det finnes en sammenheng mellom trafikkmengde og antall elgpåkjørsler, især i fylker med relativt lite trafikk (Lindstrøm, 2016).
- **Siderekkverk:** Typiske ulykkespunkter er kjennetegnet av at de som regel ikke har siderekkeverk eller bratte skråninger (Malo et al., 2004).
- **Siktlengde:** Primi et al. (2009) viser at påkjørsler av villsvin skjer mest på strekninger med begrensede siktlengder. Kurver i seg selv har derimot ikke vist seg å være typiske ulykkespunkter.

I motsetning til elg som blir påkjørt på veg, har elg som er påkjørt av tog ofte oppholdt seg på toglinjen. Her er det ofte både god framkommelighet og god mattilgang for elgen (Gundersen et al., 1998; Storaas et al., 2005).

Vilttetthet: Større viltbestander og større vilttetthet medfører, hvis alt annet er likt, flere vilt påkjørsler (Dussault et al., 2006; Gkritza et al., 2010; Hussain et al., 2007; Niemi et al., 2017). For elgpåkjørsler har to studier vist at antall påkjørsler øker mer enn lineært med økende bestandsstørrelse (Beilinson, 2001; Bruidenrink & Hazenbroek, 1996).

Endringer i dyrenes leveområder (f.eks. habitatfragmentering) og lokale forflytninger av elg innenfor et område kan også påvirke antall påkjørsler (De Naples, 2016; Storaas et al., 2005; Nysted, 2005). Donaldson et al. (2015) viser at antall påkjørsler av hjort og bjørn er høyest i områder med mye aktivitet. I studien til McShea et al. (2008) var det flest elgpåkjørsler i områder med lav elgtetthet. Forklaringen er at områdene med høyest elgtetthet i denne studien var skogsområder med jaktforbud hvor elg ikke behøvde å krysse veger for å forflytte seg mellom skjul og beite.

Neumann et al. (2012) har funnet liten sammenheng mellom elgens bevegelser og kryssinger av veger og påkjørsler i nord-Sverige. Elgene i denne studien krysset veger mest om sommeren (mai-juni) og vinteren (november-januar) og da mest på dagtid. Elgpåkjørslerne derimot skjedde mest om høsten og vinteren (oktober-januar) og på sen ettermiddag/tidlig kveld.

3 Beskrivelse av tiltaket

Tiltak som har som mål å redusere viltulykker omfatter, følgende typer tiltak:

- **Vegtiltak som har som formål å endre førernes atferd:** Dette er tiltak som har som formål å øke bilistenes oppmerksomhet (ulike typer fareskilt og informasjonstiltak), å redusere farten (nedsatt fartsgrense) eller å gjøre det lettere for førere å oppdage vilt i mørke (vegbelysning).
- **Vegtiltak som har som formål å endre dyrenes atferd:** Dette er tiltak som skal hindre at dyr krysser vegen. Det viktigste (og mest effektive) tiltaket i denne kategorien er viltgjerder, enten med planskilte krysningsmuligheter for vilt (tunneler eller broer) eller planovergang med viltvarsling. Andre mulige (men for det meste ikke eller lite effektive) tiltak er viltspeil og reflektorer, luktstoffer og lydsignaler.
- **Kjøretøytiltak:** Kjøretøytiltak kan ha som formål å redusere risikoen for påkjørsler (aktiv sikkerhet, f.eks. viltvarsling) eller skadenes alvorlighet ved påkjørsler.
- **Skog og viltforvaltning:** Tiltak knyttet til skog- og viltforvaltning har som formål å redusere mengden med vilt i nærheten av veger, enten ved å redusere tilgangen til mat ved vegen (fjerning av vegetasjon) eller ved å gi dyrene mer attraktiv mat i tilstrekkelig avstand fra vegen (fôring). Fjerning av vegetasjon kan også ha som formål å bedre siktforholdene for bilister slik at disse potensielt kan oppdage vilt tidligere.

Tiltakene er nærmere beskrevet i følgende avsnitt om virkning på ulykker. Det foreligger ingen landsomfattende oversikt over bruken av tiltak mot viltulykker i Norge.

4 Virkning på ulykkene

4.1 Vegtiltak rettet mot bilførere

Permanente fareskilt

Permanente fareskilt har i en rekke studier vist seg å ikke ha noen effekt på hverken fart eller antall viltpåkjørslar. Forklaringen er at førerne ikke opplever noen sammenheng mellom hvor det står fareskilt og når og hvor de ser vilt ved vegen.

Som fareskilt for viltpåkjørslar brukes i Norge skilt 146.1, 146.2 og 146.3 (fareskilt for elg, rein og hjort; Statens vegvesen, 2014, Håndbok N300). For rådyr finnes ikke noe eget skilt, men skilt for hjort kan benyttes (skilt for elg i områder hvor det også er mye elg).

Fareskilt har som formål å øke bilistenes oppmerksomhet og å redusere farten, og dermed å redusere risikoen for viltpåkjørslar eller skadegraden ved påkjørslar (Donaldson et al., 2015). En ulempe med permanente fareskilt er at det langt fra alltid er dyr i nærheten av vegen, selv i områder med høy vilttetthet og mange påkjørslar. Dermed ser de fleste førerne sjeldent eller aldri dyr ved vegen slik at fareskiltene oppleves som lite troverdige.

En kartlegging i Norge i 2016 viste at det er liten sammenheng mellom plasseringen av fareskilt og ulykker. De fleste skilt står på steder hvor det er få eller ingen viltpåkjørslar, mens mange viltpåkjørslar skjer på steder hvor det ikke står skilt (Statens vegvesen Region Nord, 2016; Statens vegvesen Region Midt 2016). I Region Nord er det mellom 50 og 80% av skiltene som er feilplassert i forhold til hvor det skjer ulykker. I Region Midt er det 51% av skiltene som anbefales fjernet (46%) eller flyttet (5%). I tillegg er det anbefalt å sette opp 163 nye skilt (totalt antall skilt i 2016 var 785). Også en amerikansk studie viser at kun meget små andeler av alle viltpåkjørslar skjer innenfor synsvidde til fareskilt for vilt (2%), samtidig som kun en liten andel av skiltene har viltpåkjørslar innenfor synsvidde (7%). I studien til Rea (2012) var over 70% av fareskiltene plassert på steder hvor det ikke skjedde viltpåkjørslar. Slike resultater er vanskelige å tolke da de ikke sier noe om årsaksforhold. Dersom fareskilt reduserer viltpåkjørslar, ville man ikke forvente mange påkjørslar i nærheten av skilt, men en manglende sammenheng kan også tyde på at fareskiltene ikke er plassert der det er størst potensiale for viltpåkjørslar.

Det finnes en rekke studier som viser at fareskilt praktisk talt ikke har noen effekt på verken antall påkjørslar (Blamey & Blamey, 1990; Meyer, 2006; Voß, 2007) eller føreradfærd (oppmerksomhet og fart; Al-Kaisy et al., 2008; Gibby & Clewell, 2006; Transportforskningsdelegationen, 1980). Forklaringen på den manglende effekten er trolig at førere raskt venner seg til skiltene og ikke opplever noen sammenheng mellom skilt og dyr ved eller på vegen (Khalilikhah & Heaslip, 2017; Putman, 1997). Når førere like sjeldent ser elg på veger med skilt som på veger uten skilt, er det lite sannsynlig at førerne øker oppmerksomheten eller setter ned farten (Al-Kaisy et al., 2008; West, 2008). I tillegg viste en svensk undersøkelse (Transportforskningsdelegationen, 1980) i en eksperimentell studie at kun 39% av førerne førere oppdager skiltene.

Ett unntak er studien til Found & Boyce (2011B) som fant en signifikant reduksjon av antall viltpåkjørslers i det første året etter at det ble satt opp fareskilt. Resultatene sier imidlertid ingenting om den langsiktige effekten og kan være påvirket av regresjonseffekter og andre forstyrrende variabler som det ikke er kontrollert for. Ett annet unntak er studien til Rea (2012) som fant en stor reduksjon (-58%) av antall viltpåkjørslers i en amerikansk by etter at nye fareskilt ble satt opp på steder med mange påkjørslers. I tillegg ble det gjort en «aggressiv» informasjonskampanje om viltpåkjørslers og de nye skiltene. Det er imidlertid heller ikke i denne studien kontrollert for verken regresjonseffekter eller andre faktorer. Ulykkesnedgangen kan følgelig ikke tolkes som en effekt av de nye skiltene.

Sesongfareskilt

Fareskilt som kun settes opp i perioder med mye aktivitet av vilt ved vegen, har som formål å unngå tilvenningseffekten av permanente fareskilt. For antall ulykker ble det i to studier funnet kortvarige reduksjoner av antall påkjørslers. På gjennomsnittsfarten ble det også funnet kortvarige, men ikke langvarige effekter.

Når fareskilt settes opp kun i perioder (årstider) med spesielt mye aktivitet av vilt ved vegen, kan potensielt noe av tilvenningsproblemene med permanente fareskilt unngås. Studier som har empirisk undersøkt slike fareskilt har imidlertid funnet blandede resultater og tyder ikke på at man kan forvente noen langvarig effekt av slike skilt.

Sullivan et al. (2004) har undersøkt virkninger av godt synlige fareskilt med røde flagg og blinklys som ble satt opp i perioder hvor det pågår trekk av hjort. Resultatene viser en reduksjon av antall påkjørslers på 51% (-3; -75).

Rogers (2004) har undersøkt virkningen av fareskilt med underskilt «High crash area» som ble satt opp om vinteren. Resultatene viser en reduksjon av antall påkjørslers på 18% (-39; +10).

Ingen av resultatene tyder på skiltene fører til en langvarig fartsreduksjon.

Gjennomsnittsfarten var uendret i studien til Rogers (2004) etter at skiltene ble satt opp. I studien til Sullivan et al. (2004) hadde gjennomsnittsfarten gått ned i det første året etter at skiltene ble satt opp, men ikke i det andre året, noe som tyder på en tilvenningseffekt, dvs. at skiltene ikke kan forventes å ha noen langvarig effekt. Effekter på oppmerksomhet eller antall ulykker er ikke undersøkt.

Variable trafikkskilt med vilt-detektor

Variable trafikkskilt med vilt-detektor som kun aktiveres når det er vilt ved vegen, har i noen studier vist seg å redusere antall ulykker. Dette gjelder imidlertid kun den første tiden etter at skiltene ble satt opp; det foreligger ikke resultater for langtidseffekten på antall påkjørslers. Resultater som gjelder effekten på fart, spriker mye mellom studiene. Trolig er det stor variasjon i effekten på fart, bl.a. mellom årstider og kjøreforhold (større effekt under vanskeligere forhold) og mellom førere. Opplevs systemene som upålitelige av førerne (dvs. når det ikke er noen opplevd sammenheng mellom varslings og vilt ved vegen), kan man ikke forvente noen stor effekt.

Variable trafikkskilt (fare- eller fartsgrenseskilt) med vilt-detektor er satt opp permanent, men skiltene (eller varsellamper på skiltene) aktiveres kun når det er detektert aktivitet ved vegen. Formålet er å redusere tilvenningseffekten blant bilistene og at bilistene opplever en sammenheng mellom aktivert varsling og om det er dyr ved vegen eller ikke. Ideelt sett vil slike skilt varsle kun når det faktisk er dyr ved vegen og i ferd med å krysse, slik at de er synlige for bilistene, mens skiltet ikke er aktivt når det ikke er synlige dyr ved vegen. Uten en slik (opplevd) sammenheng er det lite trolig at variable skilt kan påvirke antall påkjørsler (Huijser et al., 2015).

I Sveits ble det funnet signifikante reduksjoner av både viltpåkjørsler (-81%) og fart etter at variable trafikkskilt ble satt opp på syv strekninger (Kistler, 1998; Romer & Mosler-Berger, 2003). Skiltene (fareskilt og fartsgrense 40 km/t) ble aktivert kun når vilt befant seg i nærheten av vegene. Det ble funnet større effekter på fart blant lokale bilister enn blant andre bilister.

Huijser et al. (2009) fant en reduksjon av antall viltpåkjørsler på 58-67% på en strekning med variable fareskilt med vilt-detektor. Dette er imidlertid basert på en relativt kort strekning (1,6 km) og kun ett år med data etter at skiltene ble satt opp. Resultatet må derfor anses som svært usikkert og kan ikke tolkes som en forventet langsiktig effekt.

I Norge gjøres det forsøk med fareskilt med gulblink på fire teststrekninger som aktiveres per sms av viltneimnda når det er observert vilt i nærheten av vegen. Tiltaket skal evalueres i 2020. Foreløpige resultater i 2019 tyder på at antall elgpåkjørsler har gått ned med 38% uten kontroll for økninger i trafikkmengde og elgbestand.

Effekter på fart: Fartsendringer ved variable skilt er undersøkt i en rekke studier som er oppsummert av Huijser & Kociolk (2008) og Huijser et al. (2017). Resultatene spriker mye. Noen studier har funnet fartsreduksjoner, noen studier har ikke funnet noen effekt på fart eller til og med en fartsøkning. Blant nyere studier har Nowakowski et al. (2013) funnet fartsreduksjoner på 5-8 km/h når skiltet er aktivt, sammenlignet med når det ikke er aktivt. Huijser et al. (2009) fant svært variable effekter på fart; gjennomsnittsfarten gikk ned i den ene kjøreretningen, men økte i den andre retningen (sammenlagt var gjennomsnittsfarten redusert med ca. 2,5 km/t når skiltene var aktivert).

Flere studier viser at det er stor variasjon i effekten på fart mellom førere som kjører ofte på vegen og som er kjent med systemet og andre førere, samt mellom ulike vær- og kjøreforhold (Kistler, 1998; Romer & Mosler-Berger, 2003). Grace et al. (2007) fant høyere fart (når skiltene ikke var aktivert) og større fartsreduksjoner (når skiltene var aktivert) i turistsesongen, men ikke ellers. Dette tolkes slik at lokale førere uansett på den undersøkte strekningen kjører saktere da de er kjent med risikoen for viltpåkjørsler, men at de ikke er sensitive for varslingsystemet, muligens på grunn av tilvenning. At det i perioder har vært en feil på systemet som gjorde at skiltene blinket hele tiden på dagtid, kan også ha bidratt til den manglede effekten utenfor turistsesongen (blant lokale førere). De variable skiltene i denne studien varslet store dyr (panter, bjørn, hjort) og farten var i gjennomsnitt redusert med 3,8 km/t.

Virkingen på fart varierer også mellom årstider, lys- og værforhold. Huijser et al. (2017) fant fartsreduksjoner på 1-7 km/t om høsten og vinteren under vanskelige kjøre- eller siktforhold (snø, is, mørke), men ikke ellers. I en finsk undersøkelse (Beilinson, 2001; Muurinen & Ristola, 2005) ble variable fareskilt satt opp ved åpninger i viltgjerd langs veger hvor fartsgrensen er 100 km/t. Skiltene ble aktivert av bevegelsesdetektorer som reagerer på bevegelser av bl.a. elg. Det ble funnet fartsreduksjoner på opptil 15 km/h når skiltene ble aktivert i vått vær. I tørt vær i mørket ble farten redusert med mellom 1,6 og 2,6 km/t. Derimot økte farten med ca. 0,5 km/t i dagslys når skiltene ble aktivert. Lignende skilt ble også evaluert i USA (Gordon et al., 2001). Det ble funnet fartsreduksjoner på ca. 6 km/t mens blinklysene på skiltene var aktive.

Utforming av skilt: Huijser & Kociolek (2008) viser i en litteraturstudie at utformingen av budskap på variable skilt kan påvirke hvordan førere oppfatter skiltene. F.eks. var andelen førere som mente at det kunne være vilt ved eller på vegen når varslingen *ikke* er aktiv, 92% når teksten på underskilt var «use extra caution when flashing», mens andelen var kun 58% med undertekst «animal detected when flashing» og 63% med undertekst «when flashing». Teksten var på underskilt til det vanlige fareskiltet for hjort, utstyrt med varsellamper. Hvordan ulike budskap påvirker føreratferd er ikke undersøkt.

Mohammad et al. (2012) viser i en studie i California at de fleste førere ikke anser variable fareskilt for vilt som pålitelige. Virkingen på antall påkjørte dyr ble også undersøkt, men det var for få påkjørte dyr for å kunne trekke noen konklusjoner.

Nedsatt fartsgrense

Hvorvidt fartsgrensen har sammenheng med antall viltpåkjørsler når man kontrollerer for andre faktorer, varierer mellom studiene. Lavere fart kan, hvis alt annet er likt, forventes å medføre færre og mindre alvorlige ulykker.

En reduksjon av kjørefarten kan øke muligheten for bilistene til å oppdage dyr i vegen. Dette kan redusere risikoen for påkjørsler, samt gjøre påkjørsler mindre alvorlige. Nedsatt fartsgrense kan derfor tenkes å redusere antall viltpåkjørsler. Effekten kan tenkes å være størst i mørke. Dette fordi de fleste viltpåkjørsler skjer i skumring eller i mørke (se avsnitt Problem og formål) og fordi sammenhengen mellom fart og antall viltpåkjørsler er større i mørke enn i dagslys (Sullivan, 2011).

Det er ikke funnet empiriske studier som har undersøkt effekten av nedsatt fartsgrense på antall viltpåkjørsler, men en rekke studier som har undersøkt sammenhengen mellom fartsgrense og antall viltpåkjørsler. Disse viser at det i gjennomsnitt er færre påkjørsler på veger med lavere fartsgrense enn på veger med høyere fartsgrense (Found & Boyce, 2011A; Gkritza et al., 2010; Gunther et al., 1998; Meisingset et al., 2014; Ng et al., 2008; Riginos et al., 2015; Seiler, 2005). De fleste studiene har imidlertid kontrollert for ingen eller få andre faktorer. I slike studier kan sammenhengen mellom fartsgrense og antall påkjørsler trolig forklares med at veger i områder med mye vilt (landeveger) ofte har høyere fartsgrenser enn veger i områder med lite vilt (byområder) (Found & Boyce, 2011A; Ng et al., 2008).

Bissonette & Kassari (2008) fant ingen sammenheng mellom fartsgrense og antall påkjørsler når man kontrollerer for en rekke andre faktorer.

I en norsk (Meisingset et al., 2014) og en svensk (Seiler, 2005) studie ble det funnet flere påkjørsler av hjort og elg på veger med høyere fartsgrenser også med statistisk kontroll for andre faktorer (bl.a. trafikkmengde, viltgjerd, elgtetthet og type sideterreng). Sammenhengene er imidlertid ikke helt entydige og ser ut til å avhenge av ulike andre faktorer. I studien til Seiler (2005) er det færrest elgpåkjørsler på veger med middels høye fartsgrenser samt interaksjonseffekter mellom fartsgrense og andre faktorer (viltgerde, rydding av sideterreng, trafikkmengde). I studien til Meisingset (2014) har fartsgrense interaksjonseffekter med både type veg (hovedveg vs. landeveg) og avstand til beite (over vs. under 50 meter).

Vegbelysning

Vegbelysning har i én studie vist seg å redusere antall elgpåkjørsler med 6% (statistisk signifikant). Resultater fra eldre studier spriker. Teoretisk kan vegbelysning øke oppdagelsesavstanden for vilt (noe som kan redusere risikoen for påkjørsler), mens den på den andre siden kan medføre økt fart (noe som kan øke risikoen for påkjørsler).

Påkjørsler av hjortevilt skjer ofte i skumringen og i mørke (se avsnitt Problem og formål) og viltpåkjørsler er i gjennomsnitt mer alvorlige i mørke enn i dagslys (Gkritza et al., 2010). En av flere årsaker kan være at dyr er vanskeligere å se i mørke enn i dagslys. Vegbelysning kan gjøre det lettere for bilistene å oppdage dyr ved vegen. På den andre siden medfører vegbelysning ofte høyere fart og høyere fart medfører, hvis alt annet er likt, som regel flere og mer alvorlige ulykker (Elvik, 2013).

Resultater fra empiriske studier som har undersøkt virkningen av vegbelysning på antall viltpåkjørsler, spriker. I en litteraturstudie (Bruidenrink & Hazenbroek, 1996) ble det funnet flere eldre studier som ikke hadde funnet noen sammenheng mellom vegbelysning og antall viltpåkjørsler.

I den metodisk mest solide, men gamle studien (Reed et al., 1977, 1981) ble vegbelysningen vekselvis slått av og på i perioder på én uke over fem år. For hver periode ble det estimert hvor mange ganger hjortevilt hadde krysset vegen og antall påkjørsler av hjortevilt ble registrert. Antall påkjørsler per kryssing var 18% (-47; +27) lavere mens vegbelysningen var slått på i forhold til når vegbelysningen var slått av. Observasjoner tydet ikke på at hjortenes atferd ble påvirket av vegbelysningen, verken når det gjelder antall kryssinger eller kryssingssteder. Det ble heller ikke funnet virkninger av vegbelysning på fart. Den mest trolige forklaringen på den observerte nedgangen i antall påkjørsler er dermed økt oppdagelsesavstand.

I en finsk undersøkelse (Mäkelä & Kärki, 2004) ble det funnet en reduksjon av antall viltulykker på veger hvor det ble satt opp vegbelysning på 6%. Reduksjonen er statistisk signifikant, men mindre enn virkningen av vegbelysning på andre typer ulykker. Dette forklares med at elgbestanden har økt med ca. 36% i forsøksperioden (ikke alle viltulykker er imidlertid elgpåkjørsler).

Informasjonstiltak

Effekten av informasjonstiltak på viltpåkjørsler er ukjent, men trolig liten.

Det er ikke funnet empiriske undersøkelser av virkninger av informasjonstiltak eller kampanjer på viltulykker. Effekter av informasjon og kampanjer er beskrevet i kapittel 7.3 i Trafikksikkerhetshåndboken. Kampanjer av typen «kjør forsiktig» kan ikke forventes å ha noen effekt.

Transportforskningsdelegationen (1980) viste at elgjegere har mer kunnskap om elgens atferd, men ikke færre elgulykker enn andre. Dette kan imidlertid ikke tolkes slik at kunnskap om elgatferd ikke har sammenheng med risikoen for elgpåkjørsler. Man kan anta at elgjegere kjører langt mer i områder og på tidspunkter med mye elg ved vegen enn andre førere og at de dermed har mye høyere eksponering.

Savolainen & Gosh (2008) viser at påkjørsler av hjortevilt i gjennomsnitt er mer alvorlige når føreren forsøker å unnamanøvrere enn når hun eller han bremses og kjører rett fram. Dette fordi unnamanøvrering ofte fører til utforkjøring og velt. Kampanjen «Don't veer for deer» (Savolainen & Gosh, 2008) i USA har som formål å gjøre førere oppmerksomme på at unnamanøvrering kan øke skadeomfanget. Det er ikke funnet noen empirisk evaluering av kampanjen.

Landskapskunst (fargede elggevir)

Landskapskunst i form av fargede elggevir på trær og stolper ved vegen har som formål å gjøre bilister oppmerksomme på risikoen for elgpåkjørsler og å bryte opp monotonien. Virkningen på antall ulykker er ukjent.

Langs Riksveg 3 gjennom Østerdalen er det gjort forsøk med å sette opp fargede elggevir i trær og stolper ved vegen. Formålet er å gjøre bilistene oppmerksomme på at det kan være elg ved vegen og å bryte opp monotonien, noe som skal redusere risikoen for ulykker som følge av uoppmerksomhet.

Ifølge spørreundersøkelser er de fleste bilistene positive til tiltaket og sier at de øker oppmerksomheten (Statens vegvesen, 2014). Det er ikke gjort noen formell evaluering av effekten på ulykker og det er ikke mulig å si noe om hvorvidt antall elgpåkjørsler (eller andre ulykker) går ned.

4.2 Vegtiltak som skal endre dyrenes atferd

Viltgjerde

Viltgjerder kan redusere antall viltpåkjørsler på den inngjerdede strekningen, men når det ikke er tilrettelagte krysningsmuligheter krysser dyr som regel ved åpninger i gjerdet eller ved gjerdenes ende. Økningen av antall påkjørsler på slike steder kan oppveie (eller mer enn oppveie) nedgangen på den inngjerdede strekningen.

Viltgjerder er nettinggjerder langs veger der vilt ofte krysser vegen. Utformingen av gjerdet avhenger av hvilke typer dyr som skal hindres i å krysse vegen. F.eks. må gjerdet være høyere for elg enn for rådyr og for noen arter må gjerdet være gravd ned. Gjerder bør ikke være utformet slik at dyr som prøver å komme seg over, under eller gjennom, skader seg.

Dyr prøver ofte å ta seg gjennom, over, under eller rundt gjerder og at alle svakpunkter og hull vil bli utnyttet (Våre, 1995). Gjerder med piggråd hindrer ikke hjort og andre dyr fra å prøve å komme seg gjennom gjerdet, men påfører dyrene ofte store skader (Jones, 2014). Dyr kan også skade seg eller bli hengende fast når de prøver å komme gjennom hull i gjerdet; det er derfor viktig at viltgjerder regelmessig blir sjekket og utbedret.

Resultater fra studier som har undersøkt virkninger av viltgjerder uten krysningmuligheter for vilt, spriker mye (Lehtimäki, 1981, Finland; Väre, 1995, Finland; Seiler, 2005, Sverige; Statens vägverk, 1979, Sverige; Ludwig & Bremicker, 1983, USA; Ward, 1982, USA). Effektene varierer mellom en reduksjon på 92% (Statens vägverk, 1979) og økninger på 22% (Ward, 1982) og 120% (Väre, 1995). Effekten på antall påkjørsler avhenger bl.a. av lengden, utformingen og plasseringen.

Endene: Ved endene av inngjerdede strekninger ble det i en rekke studier funnet økt antall påkjørsler (Clevenger et al., 2001; Lehtimäki, 1984; Ludwig & Bremicker, 1983; Statens vägverk 1985B; Ward, 1982). Studier av viltgjerder som kun ser på den inngjerdede strekningen, finner i gjennomsnitt større effekter på antall påkjørsler enn studier som også tar med påkjørsler utenfor den inngjerdede strekningen (Rytwinski et al., 2016). Ulykkesøkningen ved endene kan med andre ord oppveie, eller til og med mer enn oppveie, reduksjonen av antall påkjørsler på den inngjerdede strekningen.

Forklaringen er at dyr ofte likevel prøver å krysse vegen selv om den er inngjerdet. Mange går langs gjerdet til de finner en krysningmulighet og dette er ofte hvor gjerdet slutter eller ved åpninger i gjerdet ved vegkryss, skogsveger og turstier, eller hull i gjerdet (Gordon & Anderson, 2003; Clevenger et al., 2001; Väre, 1995). Dette gjelder især når viltgjerder hindrer dyrenes naturlige trekkbevegelser (f.eks. mellom sommer- og vinterbeiteområder).

Dyr blir også ofte tiltrukket av mattilbudet på innsiden av gjerdet som ofte består av fristende ung vegetasjon, noe som kan føre til at dyr blir «fanget» mellom gjerde og veg. Mulige tiltak for å unngå dette er å vinkle gjerdet mot vegen eller på annen måte å gjøre det vanskelig å komme i området mellom gjerde og veg (f.eks. med store runde steiner) (Huijser et al., 2016).

Nødutganger: Gjerder har ofte nødutganger for vilt som har kommet mellom gjerde og veg, men disse er ikke alltid effektive (Lehnert & Bissonette, 1997; Olsson, 2007). Bissonette & Hammer (2000) har sammenlignet effektiviteten av ulike typer nødutganger og fant at jordramper var ca. 10 ganger så effektiv som enveis-porter i gjerdet. Jordramper er ramper på innsiden av gjerdet og dyr kan hoppe ned på den andre siden utenfor gjerdet. Siemers et al. (2013) viser at bruken av jordramper avhenger av hvor bratte de er og hvor langt ned man må hoppe på utsiden av gjerdet. Jo brattere rampene er og jo lenger ned man må hoppe, desto mindre brukt er rampene. Et gjerde på toppen av rampen i rett vinkel til gjerdet som skal lede dyr til utsiden av gjerdet, har i studien til Siemers et al. (2013) ikke vist seg å påvirke hvor mye rampen er brukt.

Effekter på viltet: Selv om gjerder ikke hinder alle krysninger av dyr, kan de hindre dyrenes naturlige bevegelser mellom beiteområder og spredningen av genetisk materiale (D'Angelo et al., 2004). Tiltak som hindrer dyrenes trekk vil derfor ha negativ innvirkning på bestandsutviklingen og genetisk mangfold (Gibby & Clewell, 2006; Olsson et al., 2008). Gjerder som forsinker eller hindrer trekkbevegelser kan føre til at store mengder dyr, f.eks. elg, kan samle seg på den ene siden av gjerdet, noe som bl.a. kan føre til en betydelig økning av skogsskader. Bissonette & Rosa (2012) viser at hensiktsmessige overganger kan bli akseptert av vilt slik at dyrene ikke hindres i sine naturlige trekkbevegelser.

Viltgjerde med planskilte krysningsteder

Resultater fra en rekke empiriske studier viser at viltgjerder med planskilte krysningmuligheter kan føre til store reduksjoner av antall viltpåkjørsler på over 70%. Effekten avhenger imidlertid av utformingen av gjerdet og krysningmulighetene samt lokale forhold. Lange gjerder er mer effektive enn korte gjerder. Krysningmulighetene er mest effektive på steder hvor det har vært mange krysninger før og når krysningene er attraktive for dyrene (bl.a. brukes tunneler mest når de er korte, brede og med naturlige vegger). Ved gjerdenes ender ble det i noen men ikke alle studier funnet økt antall påkjørsler.

Planskilte krysningsteder (broer, tunneler eller naturlige underganger under vegbroer) på inngjerdede veger gjør det mulig for vilt å krysse vegen uten fare for å bli påkjørt. Dermed er det mulig å unngå de fleste av ulempene med gjerder, forutsatt at gjerdene er tette, at dyrene benytter krysningmulighetene og at det ikke skjer flere krysninger og påkjørsler ved endene av gjerdet.

Virkninger på ulykker: En oversikt over resultater fra empiriske studier som har undersøkt effekten av viltgjerder med krysningmuligheter på antall viltpåkjørsler er vist i tabell 1. Det foreligger ikke informasjon fra alle studiene om hvorvidt påkjørsler ved endene inngår i resultatene.

De fleste studiene har funnet store reduksjoner av antall påkjørsler på mellom 70 og tilnærmet 100%, også når endene inngår i resultatene. Ved endene ble det i de fleste studiene funnet økninger av antall påkjørsler, men noen studier har funnet reduksjoner av antall påkjørsler også ved endene. De fleste studiene er metodisk relativt svake og resultatene kan være påvirket av andre faktorer som bl.a. endringer i bestandsstørrelse eller regresjonseffekter. Det er også mulig at det er publikasjonsskjevhet, dvs. at det er især studier med positive resultater som blir publisert mens studier med mindre positive resultater ikke er publisert.

Likevel tyder resultatene på at viltgjerder med planskilte krysningmuligheter kan redusere antall påkjørsler, men at effekten vil avhenge bl.a. av den konkrete utformingen av gjerdet og krysningmulighetene og lokale forhold som bl.a. vegetasjon langs vegen, bestandsstørrelse og trekkmonster.

Lange gjerder med krysningmuligheter har i studien til Huijser et al. (2016) vist seg å være mer effektive enn korte gjerder med krysningmuligheter. For korte gjerder er effektene også mer variable. For å være «lange nok», må gjerder dekke hele området hvor dyr pleier å krysse vegen, samt en strekning som er lengre enn dyrene pleier å bevege seg innenfor sitt leveområde (Huijser et al., 2016).

Tabell 1: Studier som har undersøkt effekten av viltgjerder med krysningsmuligheter på antall viltpåkørsler.

Studie	Arter	Inngjerdet vegstrekning	Krysningsmuligheter	Påkørsler	Endene	Metode	Kommentarer
Attah, 2012 (USA)	Hjortevilt (mest mulhjort)	6,6 km, 2-feltsveg; ÅDT 5.000-5.500; 89-95 km/t	Tre underganger og to overganger	Redusert med 19% (statistisk signifikans ikke oppgitt)	Ukjent om påkørsler utenfor gjerdet inngår	Før-etter studie med kontrollgr.; kontr. for RTM; få ulykker (ca. 25)	Mangelfull beskrivelse av data og metode
Bélanger-Smith, 2014 (Canada)	Små og mellomstore pattedyr (bl.a. rev, bever og hare)	Flere inngjerdede strekninger (til sammen 68 km veg); 4-feltsveg	33 underganger for små og mellomstore pattedyr (gjerdene også for de samme artene)	Færre (ikke stat. sign.) påkørsler på inngjerdede strekninger (uten ender)	Flere påkørsler ved endene (siste 50 meter av gjerdet +150 meter uten gjerde)	Inngjerdede vs. ikke inngjerdede strekninger; telling av påkjørte dyr på/ved vegen	
Bissonette & Rosa, 2012 (USA)	Mulhjort	32 km 4-felts motorveg; ÅDT 13.000-16.000; fartsgrense 120 km/t	Tunneler under vegen og naturlige underganger under vegbroer; 11,3 / 19,3 km fra endene på gjerdet	Redusert med nesten 100% på den inngjerdede strekningen (-3% på kontrollstrekningen)	Uendret eller færre påkørsler ved endene (inntil 2,4 km fra endene)	Før-etter studie med kontrollgr.; påkørsler fire år før og to år etter	Undergangene var mye brukt
Clevenger et al., 2001 (Canada)	Hjortevilt (elg, hjort, wapiti), bjørn, ulv, coyote, bighorn-sau	46 km 2-4 feltsveg; ÅDT ca. 15.000	22 tunneler / underganger, to broer	Hjortevilt-påkørsler redusert med 80% Rovdyrpåkørsler redusert med 16% (endene inngår)	De fleste påkørsler skjedde ved endene (innenfor 1 km; disse inngår i effekt på påkørsler)	Før-etter studie, 19 år med data; evaluering med to år før og to år etter (flere strekninger inngjerdet på ulike tidspunkt)	
Craighead et al., 2011 (USA)	Hjortevilt	3,2 km motorveg; ÅDT 8.000-15.000	Undergang	Redusert med 90% (uten endene); -82% (inkl. endene)	Færre påkørsler (-45%) ved endene	Før-etter studie uten kontrollgruppe	Økt bruk av undergangen etter at gjerdete ble bygd
Dodd et al., 2003 (USA)	Wapiti	Flere ulike strekninger	Undergang	Redusert ca. 70% (ingen effekt av underganger uten gjerde langs vege)	Ukjent	Før-etter studie uten kontrollgruppe	Krysningsstedene tatt i bruk først etter inngjerding av vegen

Tabell 1 (forts.).

Studie	Arter	Inngjerdet vegstrekning	Krysningsmuligheter	Påkjørsler	Endene	Metode	Kommentarer
Gagnon et al., 2015 (USA)	Wapiti	9,2 km motorveg (4-felt med midtdeler); ÅDT 17.000	To naturlige underganger under vegbroer (mye brukt); en vegbro og en vegtunnel som krysser motorvegen (ikke brukt)	Redusert 97% (uten endene); redusert 3% på den ikke inngjerdede delen av strekningen (39 km; uten gjerde-endene)	Færre påkjørsler (-55%) innenfor 1,6 km av endene	Før-etter studie uten kontrollgruppe; fire år før, to år etter	
Huijser et al., 2016 (litteraturstudie)	Hjortevilt	(Litteraturstudie)	Under-/overganger	Lange gjerder (over 5 km): Redusert med 80% (lite variasjon) Korte gjerder (under 5 km): Redusert med 53% (stor variasjon)	Flere påkjørsler ved endene på korte strekninger kan forklare liten og variabel effekt		
Oškinis et al., 2013 (Litauen)	Hjortevilt	136 km 1-2 felts landeveg	Underganger	Redusert antall ulykker på inngjerdede strekninger	Økning av antall påkjørsler ved endene (± 1 km)	Før-etter studie uten kontrollgruppe	
Rytwinski et al., 2016 (meta-analyse)	Store pattedyr inkl. hjortevilt	(Meta-analyse)	Under-/overganger	Redusert med 83%	Større reduksjoner av antall påkjørsler når endene ikke inngår i analysen	Meta-analyse	
Sawyer et al., 2012 (USA)	Mulhjord	21 km 2-feltsveg; gjerde først 11 km, etterpå utvidet til 21 km	Først én, etterpå syv underganger (betong)	Redusert med 12% (11 km gjerde med én undergang) / 81% (21 km gjerde og syv underganger) (påkjørslene som skjedde skyldtes åpne porter og snø på kurister)	Ukjent om endene inngår i analysen (resultatet for 11 km gjerde gjelder trolig hele den 21 km lange strekningen, inkl. gjerdets endene)	Før-etter studie uten kontrollgruppe	

Dyrenes atferd: Hvordan utformingen av planskilte krysningsmuligheter påvirker dyrenes atferd er studert i en rekke undersøkelser. I hvilken grad slike krysningsmuligheter blitt tatt i bruk, varierer mye og avhenger i stor grad av utformingen. For de følgende faktorene ved tilrettelagte krysningssteder er det undersøkt hvordan de påvirker dyrenes atferd:

- **Gjerde:** I noen tilfeller kan under- eller overganger bli tatt i bruk selv om vegen ikke er inngjerdet, mens det i andre (trolig de fleste) tilfeller er nødvendig å gjerde inn vegen for at krysningsmuligheter tas i bruk. Likevel er inngjerdingen i seg selv ikke noen garanti for at krysningsmuligheter blir tatt i bruk (Huijser et al., 2016). Uten gjerde har tilrettelagte krysningssteder ikke vist seg å ha noen effekt i studien til Dodd et al. (2003).
- **Kryssingspunkter:** Sjansen for at krysningsmuligheter blir tatt i bruk, er større når de ligger på eksisterende trekkruiter og generelt på steder hvor det har vært mange kryssinger før (Bruidenrink & Hazenbroek, 1996). Hvor store omveger dyrene er villige til å gå for å unngå å bruke de tilrettelagte krysningsmulighetene varierer mellom artene.
- **Inngangssone:** Når tunnelinnganger er beplantet og/eller i nærhet til skjul, øker sjansen for at tunnelene blir tatt i bruk (Clevenger & Waltho, 2005; Ng et al., 2004; Olbrich, 1984). Gjerdene langs vegen kan også være utformet slik at dyrene blir ledet til tunnelinngangen eller broen (Olbrich, 1984).
- **Tunneler vs. broer:** Hvorvidt tunneler eller broer er mer attraktive for dyrene varierer mellom studiene og avhenger trolig av den konkrete utformingen. Ifølge Olbrich (1984) brukes tunneler mer enn broer, men ifølge Simpson et al. (2016) og Statens vegvesen (2018) brukes broer mer enn tunneler. Hjortevilt og andre dyr bruker noen ganger også tunneler som ikke er ment som viltkryssing (Ng et al., 2004).
- **Tunnelutforming:** Tunneler brukes mer når de er kortere (Dodd et al., 2013), bredere (Gordon & Anderson, 2003) og høyere (Reed et al., 1975) enn når de er lengre, smalere og lavere (Statens vegvesen, 2018). Det er også viktig at åpningen er stor og at man kan se gjennom til enden av tunnelen (Dodd et al., 2013). Bredden har vist seg å være av større betydning for viltet enn høyden (Gordon & Anderson, 2003). Naturlige underganger (f.eks. under vegbroer) med gressgulv og naturlige skråninger foretrekkes framfor tunneler med vertikale betongvegger (Dodd et al., 2013; Gagnon et al., 2015; Olbrich, 1984). Belysning i tunneler har enten ingen virkning (Reed et al., 1975) eller fører til at vilt unngår tunnelen (Kruger & Wolfel, 1991).
- **Broutforming:** Brede broer brukes mer enn smale broer; 30 meter kan være en akseptabel bredde og det er en fordel om broen er beplantet med busker og trær (Olbrich, 1984; Statens vegvesen, 2018).
- **Trafikkmengde/menneskelig aktivitet:** Studien til Dodd et al. (2013) viser at trafikkmengden på vegen over undergangen ikke har noen effekt på hvor mye dyr benytter undergangen. Menneskelig aktivitet i viltunderganger har hatt en stor effekt på hvor mange dyr som benytter faunapassasjer i studien til Statens vegvesen (2018).
- **Tilvenning:** Planskilte krysningssteder tas ikke alltid i bruk med en gang. Det kan ta ett eller flere år til dyrene tar krysningsmulighetene i bruk og trekk kan i de første årene bli forsinket med flere uker (Olbrich, 1984). I studien til Sawyer et al. (2012) økte andelen mulhjort som krysset gjennom tunneler, fra 51% i det første året til 91% i det tredje året etter at tunnelene ble bygd (med inngjerding). Tilvenningsfasen kan forkortes med fôring i nye tunneler (Ward, 1982; Olbrich, 1984).

Viltgjerde med planoverganger for hjortevilt

Planoverganger for hjortevilt på inngjerdede veger med variable fareskilt som varsler kryssende dyr har i to empiriske studier vist seg å føre til reduksjoner av antall påkjørsler på mellom 40 og 94%. Fartsmålinger i den ene studien viste at gjennomsnittsfarten var redusert med 19% mens varslingen var slått på. Systemene ble ansett som pålitelige, dvs. at nesten alle kryssende dyr ble varslet.

Planoverganger for hjortevilt er åpninger i viltgjerder som er varslet for bilistene med skilt og som i tillegg kan være utstyrt med viltdektorer som er koblet til variable skilt eller belysning som aktiveres når dyr er i ferd med å krysse vegen. Det er funnet to empiriske studier som begge har funnet store reduksjoner av antall viltpåkjørsler ved planoverganger for hjortevilt.

I studien til Lehnert & Bissonette (1997) var antall hjortepåkjørsler redusert med 40% (-58; -15) etter at det ble installert oppmerkede planoverganger som var varslet med skilt. Kryssende dyr ble ledet mot den oppmerkede overgangen og et grusbed skulle forhindre at hjort kommer mellom veg og gjerde. Det er kontrollert for både antall drepte hjort på kontrollstrekninger og for endringer i hjortebestanden. Enveisporter (nødutganger) som skulle hjelpe dyr som ble fanget mellom gjerdet og veg over gjerdet ble nesten ikke brukt. Det ble ikke observert noen fartsreduksjoner ved overgangene om natten.

I studien til Gagnon et al. (2010) ble antall påkjørte wapiti redusert med 94%, påkjørsler av hjort var redusert med 67% og påkjørsler av wapiti og hjort til sammen var redusert med 92% (de aller fleste påkjørte dyr var wapiti). Dette er basert på antall påkjørsler før og etter at et gjerde med planoverganger og variable fareskilt ble installert på to teststrekninger. Andelen av alle eneulykkene som var påkjørsler av hjortevilt eller bjørn, ble redusert med omtrent 50%.

Studien til Gagnon et al. (2010) viste videre at gjennomsnittsfarten (motorkjøretøy) var redusert med 19% og at andelen som bremsset økte fra 8% til 58-67% når varslingen var aktiv, sammenlignet med når den ikke var aktiv. De store effektene forklares med at det på disse strekningene var en relativt stor andel lokalkjente førere, at systemet var pålitelig (98% av alle kryssende elg og wapiti ble varslet) og at dyrene ble kanalisert mot krysningspunktene, noe som gjorde det lettere for førerne å se etter og oppdage dyr. Effektene på fart var omtrent uendret over tid (første og andre år etter at gjerdene ble satt opp).

Viltspeil og reflektorer

Viltspeil og reflektorer har som formål å avskrekke vilt fra å krysse vegen. Et stort antall studier viser imidlertid at slike tiltak i beste fall har en kortvarig effekt og at man ikke kan forvente noen langvarig effekt fordi dyrene veldig fort venner seg til tiltakene. Dersom reflektorene er synlige for bilistene kan en uønsket bieffekt være at farten øker og at oppdagelsesavstanden for dyr blir redusert.

Viltspeil og reflektorer kan ha ulike farger og utforminger. De monteres på kantstolper eller andre trestolper og reflekterer lys fra billykter, noe som skal avskrekke vilt fra å nærme seg vegen når det er biler på vegen. Viltspeil blir ikke lenger brukt for å forebygge viltulykker i de nordiske land, men i andre land er de fortsatt i bruk (bl.a. Tyskland).

Det finnes mange studier som har undersøkt virkningen av viltreflektorer. Brieger et al. (2016) har gjort en meta-analyse som er basert på 53 studier fra 1962-2013 og til sammen 185 veger i Europa og Nord-Amerika. Sammenlagt ble det ikke funnet noen statistisk signifikant effekt av viltreflektorer. Analysene viser videre:

- Resultatene er i stor grad påvirket av publikasjonsskjevhet, dvs. at studier som finner redusert antall påkjørsler er overrepresentert
- Studier som er publisert i ikke-vitenskapelige tidsskrifter viser langt større reduksjoner av antall påkjørsler enn vitenskapelige publikasjoner, mens forskningsrapporter i gjennomsnitt har funnet de minste effektene
- Studier som er basert på påkjørsler på korte strekninger (ofte «hotspots» for påkjørsler) er ikke hensiktsmessige for evalueringer da resultater fra slike studier kan være påvirket av regresjonseffekter (antall påkjørsler ville ha gått ned selv uten tiltak)
- I mange av studiene mangler informasjon om relevante variabler som bl.a. forskjeller i virkningen av viltreflektorer mellom dag og natt, lengden på før- og etterperiodene, lengden av vegstrekningene, type og farge på reflektorene og undersøkte arter.

Også en svensk studie konkluderer med at det ikke finnes vitenskapelig belegg for at viltreflektorer har noen ulykkesreducerende effekt (Trafikverket, 2017). Fokuset i studien var på blå reflektorer.

Riginos et al. (2015) har sammenlignet antall påkjørsler mellom perioder hvor røde reflektorer var synlige, tildekket med hvite tøyposer, eller tildekket med svarte ikke-reflekterende tøyposer (posene ble tatt av og på hver måned eller annenhver uke i perioder på ca. ett år). Resultatene viser at antall påkjørsler var lavest med hvite poser. Med hvite poser var det 33% færre påkjørsler enn med reflektorer og med reflektorer var antall påkjørsler 30% lavere enn med svarte tøyposer. Det er noe uklart hvorvidt resultatene kan være påvirket av sesongvariasjoner i antall kryssende dyr. Resultatene er trolig ikke overførbare til Norge da både landskapet og dyrenes atferd er veldig forskjellige fra norske forhold (se også nedenfor under virkninger på atferd).

Effekter på atferd: Hvordan viltreflektorer påvirker dyrenes atferd er undersøkt i en rekke studier med ulike metoder, men lignende resultater. De aller fleste studiene viser at slike tiltak i beste fall har en kortvarig effekt, men at dyrene fort vender seg til tiltakene slik at man ikke kan forvente noen langvarig effekt.

En eksperimentell studie i Stor-Elvdal med registreringer av elgspor i snøen (Lien Aune, 2004; Storaas et al., 2005) fant ingen virkning på elgens atferd av om reflektorer var tildekket eller ikke.

Også en rekke andre studiene viser at de aller fleste dyr vender seg fort til reflektorer og at de ikke viser tegn til verken økt oppmerksomhet, de forsøker å unngå reflektorene eller endrer atferd på annen måte (Almkvist et al., 1980; Armstrong, 1992; Brieger et al., 2017; Rogers, 2004; Waring et al., 1991). Ujvári et al. (1998) viste at dåhjort delvis reagerte med økt oppmerksomhet eller flukt på lysreflekser, men at det var stor variasjon i reaksjonene og at dyrene i løpet av kort tid hadde vent seg til refleksene, dvs. ikke lenger reagerte på dem.

Kun én amerikansk studie (Riginos et al., 2015) viser at både reflektorer og (i enda større grad) hvite stoffposer som var tredd over reflektorene fører til at hjort (for det meste mulhjort) i større grad viste fluktreaksjoner og i mindre grad løp over vegen. En mulig forklaring på den relativt store effekten av de hvite stoffposene er at posene lignet på en løftet hjortehale, som blant hjort anses som fluktsignal. Andre mulige forklaringer er at stoffposene var nye og at studieperioden var så kort at den bare fanget opp «nyhetseffekten», men ikke tilvenningen. Resultatene kan ikke overføres til andre (norske) typer hjortevilt, både fordi reflektorene var satt opp i relativt åpent landskap og fordi hjortene i denne studien generelt viste relativt forsiktig krysningsatferd (de fleste stoppet og kikket før de krysset vegen).

Studier av viltets syn har vist at hjortevilt har et begrenset fargespektrum og at de ser dårlig røde farger (Sielecki, 2001). Synlige farger for hjortevilt i dagslys er fra blå til gul-grønn. Synlige farger i mørke er farger mellom blå og blå-grønn. Det kan derfor være forskjeller i virkningen mellom reflektorer i ulike farger. Brieger et al. (2017) viser i en eksperimentell studie med rådyr at disse ikke reagerer forskjellig på blått og hvitt lys (hypotesen var at rådyr ville unngå blått lys). Selv om noen farger kan ha en kortvarig effekt på noen typer vilt, finnes likevel ingenting som tyder på at effekten kan forventes å være langvarig.

Effekter på førere: En eksperimentell studie som ble gjennomført på en offentlig veg i mørke (Mastro et al., 2010) viste at kantstolper med refleks reduserer oppdagelsesavstanden for dyr (det ble brukt dyreattrapper i studien). Dvs. at førere oppdager dyr senere på veger som har kantstolper med refleks. Dette kan øke risikoen for påkjørsler. Hvorvidt resultatet også gjelder for viltreflektorer vil avhenge av hvor synlige reflektorene er for bilister.

Luktstoffer

Luktstoffer som skal avskrekke vilt fra å oppholde seg ved vegen, har ikke vist seg å ha noen (langvarig) effekt på dyrenes atferd og kan dermed heller ikke forventes å redusere antall påkjørsler.

Det er gjort noen forsøk med luktstoffer på trær og stolper langs vegen for å avskrekke dyr (hjortevilt) fra å komme i nærheten av vegen. Det har imidlertid vist seg at slike luktstoffer ikke har noen langvarig effekt på verken dyrenes atferd eller påkjørsler fordi dyrene fort venner seg til lukten og «lærer» at det ikke er forbundet noen fare med den (Elmeros et al., 2011; Lutz, 1994; Storaas, 2005).

To empiriske studier fra Tyskland som har undersøkt effekten på antall påkjørsler, har ikke funnet noen effekt av luktstoffer (Lutz, 1994; Voß, 2007). I en studie i Stor-Elvdal kommune i Hedmark fant Messelt (1994) en reduksjon av antall elgpåkjørsler på forsøksstrekninger med duftsignaler for å skremme elg. Det er imidlertid ikke benyttet noen kontrollgruppe og virkningen kan derfor skyldes andre faktorer, trend eller en regresjonseffekt.

Lydsignaler

De fleste studier tyder på at lydsignaler eller kombinerte lyd- og lyssignaler ikke kan forventes å ha noen effekt på vilt påkjørsler. Én studie som har undersøkt effekten av lydsignaler som lignet på naturlige varslingslyder fra ulike typer dyr, har funnet effekter på dyrenes atferd som kan tenkes å medføre redusert antall påkjørsler. I Norge brukes ofte høyfrekvente lyder for å hindre at dyr går inn i tunneler eller over broer.

Lydsignaler ved veger eller toglinjer lager lyder når kjøretøy eller tog nærmer seg. Lydene skal få vilt til å fjerne seg fra vegen. De aller fleste studiene som har undersøkt effekten av lydsignaler ved veger eller toglinjer (supersoniske fløyter og andre lyder), viser at disse ikke er effektive og at dyr venner seg til lydene i løpet av veldig kort tid (Babińska-Werka et al., 2015).

Viltreflektorer har i noen studier er vært kombinert med akustiske signaler. Studier av viltets hørsel har vist at akustiske signaler ofte er utenfor viltets høreevne (D'Angelo et al. 2004; Knapp et al., 2004). Det er derfor tvilsomt om akustiske signaler kan være særlig effektive i å avskrekke hjortevilt.

Sørensen (2017) har i Nord-Norge undersøkt virkningen av lys- og lydsignaler langs vegstrekninger med mange elgpåkjørsler. Signalene ble aktivert av trafikk på vegen og besto at høyfrekvente lyder og blinkende lys og var satt opp i avstander på 50 meter mellom signalstolpene. Det ble ikke funnet noen effekt på antall elgpåkjørsler.

Babińska-Werka et al. (2015) viser at lydsignaler langs en toglinje førte til at en høyere andel av dyrene som oppholdt seg ved toglinjen, flyktet (84% vs. 68%), og det ble ikke funnet noen tilvenningseffekt i løpet av fire år. Det var installert bokser i avstander på 70 meter ved siden av togskindene som lagde lyder som ligner på naturlige varslingslyder fra ulike typer dyr når et tog nærmet seg. Langs toglinjen var det en relativt bred åpen stripe og ingen gjerde.

I Norge brukes ofte høyfrekvente lyder for å hindre at dyr går inn i tunneler eller over broer. Det er også brukt ferister, men disse medfører en del problemer knyttet til drift og vedlikehold, spesielt om vinteren (Wildenschild, 2019).

Vegsalt

Saltvannspøler ved veger kan tiltrekke elg, noe som kan føre til at flere elger blir påkjørt.

Vegsalt kan tiltrekke hjortevilt og andre dyr (jf. Mastro et al., 2008). Pøler eller dammer ved vegen hvor vannet (figur 6) har et høyt saltinnhold fra vegsalt, har i en rekke studier vist seg å tiltrekke hjortevilt (Dussault et al., 2006).



Figur 6: Saltvannsdamm ved siden av vegen (Grosman et al., 2009).

Flere studier viser at elgpåkjørsler oftere skjer i nærheten av slike saltvannsdammer enn man ville forvente ut fra en tilfeldig fordeling av påkjørslene langs veger (Dussault et al., 2006; Fraser & Thomas, 1982; Grosman et al., 2009). I studien til Dussault et al. (2006) var det 80% flere påkjørsler i nærheten av saltvannspøler enn ellers langs vegen. Med hjelp av simuleringer (basert på hvordan 12 elger har beveget seg i terrenget og krysset veger i en periode på to år) viser Grosman et al. (2009) at antall påkjørsler teoretisk kan bli omtrent halvert dersom alle saltpøler ved vegen fjernes.

4.3 Kjøretøytiltak

Passiv sikkerhet

Bilenes passive sikkerhet kan påvirke skadegraden ved elgpåkjørsler. Især avstanden mellom førernes og forsetepassasjerens hode og takets fremre kant, samt risikoen for at taket blir revet opp eller trykt inn ved A-søylen påvirker risikoen for alvorlige skader.

Faktorer ved bilenes passive sikkerhet som har mest betydning for skadegraden i elgpåkjørsler er ifølge Krafft et al. (2011) følgende:

- Mindre avstand mellom hodet og takets fremre kant medfører mer alvorlige hode-, nakke- og ansiktsskader
- Risikoen for å bli drept øker når taket er helt eller delvis revet opp fra A-søylen og bakover, når takets fremre kant er trykt inn nedover, og når elgen kommer inn i kupeen.

Resultatene er basert på dybdestudier av dødsulykker og elgulykker som er rapportert til forsikringsselskaper.

Bruk av bilbelte og kollisjonsputer reduserer skadenes alvorlighet ved påkjørsler av hjortevilt (Farrell et al., 1996; Savolainen & Gosh, 2008).

Aktiv sikkerhet

Et mulig aktivt sikkerhetssystem som potensielt kan redusere risikoen for viltpåkjørsler, er detektorer som kan gjenkjenne vilt og et varslingssystem, bl.a. med frontlykter som belyser det kritiske området. Empiriske studier som har undersøkt virkningen av et slikt system er ikke funnet. Lydsignaler på biler som skal hindre at dyr krysser vegen foran kjøretøyet, har ikke vist seg å ha noen effekt. Ulike typer frontlykter kan ha ulik effekt på hvordan vilt oppfører seg foran kjøretøy.

Viltvarsling: Forslund & Bjærkefur (2014) beskriver et system for motorkjøretøy som kan varsle føreren om dyr foran bilen, bl.a. med frontlykter som belyser området hvor dyret er oppdaget. Systemet er ikke koblet til automatisk nødbremse.

Det er ikke funnet studier som har undersøkt effekten på viltpåkjørsler. Under optimale forhold kan systemet oppdage dyr i en avstand på opptil 200 meter. I praksis man imidlertid tenkte seg at forholdene ikke alltid er optimale og at dyrene kan være vanskelige eller umulige å oppdage, for eksempel når dyrene er skjult bak vegetasjon eller brøytekanter eller når bilenes sensorer er dekt av snø.

Frontlys: Blackwell og Seamans (2009) viser at hjortevilt reagerer forskjellig på ulike typer frontlys. Fluktavstanden (avstanden til kjøretøy når dyr begynner å flykte) var størst for en kombinasjon av halogen- og xenonlykter (high-intensity discharge, HID; 136 meter), mindre for halogenlykter alene (116 meter) og minst for en kombinasjon av halogen- og xenonlykter hvor xenonlyktene pulserte med 2 Hz.

Lydsignaler: Lydsignaler på kjøretøy har ikke vist seg å påvirke dyrenes atferd og kan derfor ikke forventes å ha noen effekt på antall påkjørsler (D'Angelo & Van der Ree, 2015; Valitzski et al., 2009).

4.4 Skog og viltforvaltning

Rydding av vegetasjon langs vegkanten

Rydding av skog og annen vegetasjon i vegkanten kan gjøre det lettere for bilister å oppdage dyr tidlig. På den andre siden kan den nye vegetasjonen som kommer opp etter ryddingen, tiltrekke dyr som ellers ikke hadde kommet i nærheten av vegen. Virkningen på antall viltpåkjørsler spriker mellom studiene. Kun effektiv fjerning av all vegetasjon langs vegkanten (eller å erstatte eksisterende med ikke-spiselig vegetasjon) kan forventes å både forbedre sikten og å ikke tiltrekke dyr.

Bedring av siktforholdene: Skog langs veger kan hindre sikten og dermed gjøre det vanskeligere for førere å oppdage dyr ved vegen. Fjerning av vegetasjon ved vegkanten kan derfor, hvis alt annet er lik, redusere risikoen for viltpåkjørsler (Putman, 1997; Seiler, 2005; Statens vägverk, 1987). Resultater fra empiriske studier som har undersøkt virkningen på antall viltpåkjørsler, spriker imidlertid, noen studier fant redusert antall viltpåkjørsler, mens andre ikke har funnet noen effekt.

I en eksperimentell studie i Sverige ble trær kvistet opp til 3 meter over bakken inntil 20 meter fra vegkanten, (Statens vägverk, 1987). Tiltaket viste seg å redusere antall viltulykker med omtrent 20%.

I en norsk studie (Meisingset et al., 2014) reduserte fjerning av vegetasjon i vegkanten antall hjortepåkjørsler med 53% om vinteren. Om sommeren ble det ikke funnet noen effekt.

En annen tysk studie (Voß, 2007) fant derimot ingen effekt på antall påkjørsler av rådyr ved å fjerne vegetasjon fra en stripe på ca. 2 meter ved siden av vegen (ca. 1 meter gress og 1 meter bratt skråning).

En studie i Nord-Trøndelag (Lindstrøm, 2016) fant ingen sammenheng mellom fjerning av vegetasjon og antall elg- og rådyrpåkjørsler. Her er det imidlertid ikke skilt mellom kollisjoner om vinteren og om sommeren. Vegetasjonen ble fjernet målrettet på stedene med flest påkjørsler.

Ny matkilde: Elg unngår normalt områder i nærheten av veger, især trafikkerte veger og på dagtid, men oppsøker områder med god mattilgang. Ved god mattilgang kan elg imidlertid likevel oppholde seg i nærheten av veger (Eldegard et al., 2012). Rydding av skog fører ofte til vekst av ung vegetasjon som er svært attraktivt og tiltrekker hjortevilt som f.eks. elg, noe som kan bidra til flere påkjørsler (Found & Boyce, 2011A; Rea, 2003). Især når trær og busker beskjæres midt i vekstsesongen, produseres elgmat for minst de neste to vintre (Rea, 2003).

Rydding av vegetasjon langs toglinjer: En eksperimentell studie i Stor-Elvdal (Hedmark) viste at fjerning av fôr (ungskog, kratt) langs jernbanestrekninger (20-60 meter bred stripe, for det meste innenfor et gjerde langs togstrekningen), samt fôring og økt tilgang på vegetasjon utenfor gjerdet omtrent halverte antall elg som ble påkjørt av tog (Andreassen et al., 2005; Storaas et al., 2005). I en annen eksperimentell studie i Norge (Jaren et al., 1991) ble det funnet en reduksjon av antall elg som ble påkjørt av tog etter at busker og trær ble fjernet på en 20-30 meter bred stripe langs en togstrekning.

Fôring

Fôringsplasser for elg i tilstrekkelig stor avstand fra veger kan redusere antall elgpåkjørsler ved at færre elg oppholder seg i nærheten av vegen, uten å påvirke det totale antall elg som oppholder seg i området. Dette gjelder i hovedsak om vinteren. Fôring har ikke noen effekt på hvor elg oppholder seg om sommeren eller når og hvor elg trekker mellom sommer- og vinterområdene.

Vinterfôring av elg: Om vinteren trekker elg ofte til skogsområder i lavere liggende strøk hvor det er god mattilgang. Dette kan føre til høyere elg tetthet i nærheten av veger i slike områder om vinteren, og dermed flere påkjørsler.

Flere studier viser at fôringsplasser kan tiltrekke elg og redusere antall elg som oppholder seg i nærheten av veger eller krysser veger (Milner et al., 2014). Sahlsten et al. (2010) og van Beest (2010) viser at fôring av elg påvirker hvor elgen oppholder seg i terrenget i vinterbeiteområdene og at fôring kan være et effektivt tiltak for å holde elg borte fra vegene om vinteren. Tidligere på året, før elgen begynner å trekke, har fôring ikke vist seg å ha noen effekt på hvor i terrenget elgen oppholder seg. Fôring kan heller ikke påvirke når, hvor, eller hvordan elgen trekker (Sahlsten et al., 2010; van Beest, 2010).

I en studie i Stor-Elvdal i Hedmark har vinterfôring av elg med rundballer omtrent halvert antall elgpåkjørsler (Storaas et al., 2005; se også ovenfor under Rydding av skog). Fôringsplassene i dette prosjektet befant seg ikke mer enn 300 meter fra riksvegen. Observasjonsstudier viste at elg for det meste oppholdt seg innenfor en radius på noen hundre meter rundt fôringsplassene og det ble ikke funnet tegn på at fôringsplassene førte til økt antall elg i vinterbeiteområder (Nysted, 2005). Det ble imidlertid funnet betydelige skader på ungskog innenfor en radius på 1 km rundt fôringsplassene (Gundersen et al., 2004).

Siden 2016 er fôring av hjortedyr forbudt i Norge for å hindre spredningen av skrantesjuka¹. Saltslikkesteder og naturlige luktestoffer fra hjortedyr er også forbudt.

En eksperimentell studie av fôring av muldyrhjort i USA (Wood & Wolfe, 1988) fant en signifikant reduksjon av antall påkjørsler om vinteren på 37% (-48; -22). Resultatene ble bekreftet av observasjoner som viste at fôring førte til at færre muldyrhjort oppholdt seg nær vegen. Studien ble gjennomført over to år. Eksperimentelle (med fôring) og kontrollområder (uten fôring) ble byttet i det andre året av studien. Virkningen kan tenkes å blir enda større når de samme plassene brukes over flere år, fordi dyr venner seg til fôringsplassene.

1

https://www.mattilsynet.no/dyr_og_dyrehold/dyrehelse/dyresykdommer/skrantesjuka_cwd_/tiltak_for_a_a_begrense_spredning_av_skrantesjuka_hos_hjortevilt.23384

McCance et al. (2015) viste at påkjørsler av hvithalehjort i nærheten av bebygde områder oftere skjedde i nærheten av steder hvor hjort ble fôret enn andre steder. Dette viser at uheldig valg av fôringsplasser (for nær vegen) kan ha utilsiktede effekter på antall påkjørsler.

Fôring av villsvin: Når villsvin krysser veger er dette mest i forbindelse med at de søker mat. Fôringsplasser for villsvin i nærheten av veger kan derfor forventes å føre til mer kryssende villsvin og dermed til flere påkjørsler (Thurfjell et al., 2015).

Jakt og bestandsreduksjon

Når jakt reduserer viltbestanden kan dette, hvis alt annet er likt, redusere antall påkjørsler. Jakten i seg selv kan også påvirke antall påkjørsler ved at flere dyr krysser vegen. Dette varierer imidlertid mellom studiene og avhenger av bl.a. art og jaktmetode.

Bestandsreduksjon: Vilttetthet og størrelsen på viltbestanden har vist seg å være blant de viktigste prediktorene for påkjørsler av hjortevilt (Niemi et al., 2017; Rolandsen et al., 2011), selv om det ikke alltid er en lineær (eller noen) sammenheng mellom vilttetthet og antall påkjørsler (se avsnitt 2). En reduksjon av viltbestanden kan derfor tenkes å redusere antall påkjørsler. Dette er bekreftet i to empiriske studier.

Hussain et al. (2007) viste at økte jaktkvoter har sammenheng med færre påkjørsler av hvithalehjort. DeNicola & Williams (2008) har undersøkt effekten av å redusere bestanden av hvithalehjort i tre bynære områder (forsteder med middels tett bebyggelse med noe dyrket mark og frie flater). Resultatene viser at bestandsreduksjonen (-54%, -72% og -76% i de tre områdene) har medført omtrent like store reduksjoner av antall påkjørsler (henholdsvis -49%, -75% og -78%). For å redusere bestanden ble det jaktet målrettet ved fôringsplasser som ble innrettet spesifikt til dette formålet (to fôringsplasser per km²).

Jakt: Jakt i seg selv kan påvirke hvordan dyr beveger seg i terrenget, noe som kan føre til at dyrene oftere oppholder seg i nærheten av og krysser veger. Effekten avhenger av jaktmetoden.

Williams et al. (2008) viser at hvithalehjort som ble jaktet på tradisjonelt vis, økte sin bevegelsesradius, mens jakt fra skjulte poster til bestandsreduksjon ikke påvirket bevegelsesradiusen. Hjortene i området med posteringsjakt endret også atferd, men endringene var kun relatert til bestandsreduksjonen og resulterte ikke i økt bevegelse. Hygnstrom et al. (2011) viser at riflejakt førte til at en hjortestam fordelte seg over et større område, mens buejakt ikke hadde noen effekt på hvor eller hvor mye dyrene beveget seg i terrenget. I studien til Neumann et al. (2012) har jakt ikke vist seg å påvirke hvor ofte elg krysser veger.

For svartbjørn viser Stillfried et al. (2015) at bjørn under jakta holder større avstand til grusveger (hvor jegerne kjører) og mindre avstand til asfalterte veger enn når det ikke er jakt. Dette kan påvirke antall påkjørsler men dette er ikke empirisk undersøkt. Bjørn er heller ikke blant de mest jaktete eller påkjørte dyrene i Norge.

For villsvin viser Primi et al. (2009) at påkjørsler oftere skjer i områder hvor villsvin er fredet enn i områder hvor det jaktes på villsvin. Likevel var det forventet at det ville bli flere påkjørsler på dager med drivjakt på villsvin, men dette bekreftes ikke av resultatene.

Vinterjakt på elg: Størrelsen på viltbestander henger sammen med antall påkjørsler av vilt. De fleste elgpåkjørsler skjer om vinteren i vinterleveområder hvor det oppholder seg til dels store mengder elg. En målrettet forvaltning av elgbestandene i vinterbeiteområder om vinteren kan derfor tenkes å redusere antall påkjørsler av elg. Et større fokus på elgbestander (og skogsskader) om vinteren ville i tillegg kunne skape incentiver og et bedre økonomisk grunnlag for skogeiere til å bidra til andre tiltak som er rettet mot vegtrafikkulykker, som for eksempel fôring og tilrettelegging av hogstavfall. Det foreligger imidlertid ikke empiriske resultater av virkninger av slike tiltak.

Refleksmerking av tamrein

Forsøk med refleksmerking av tamrein tyder på at dette kan være et effektivt tiltak for å hindre påkjørsler, men dette er ikke dokumentert i empiriske studier og det er uvisst hvorvidt tiltaket er gjennomførbar for ville dyr.

I Finnmark er det gjort forsøk med å sette refleks på reinsdyr. Refleks rundt halsen eller på geviret gjør at dyrene er lettere å oppdage på lengre avstander i mørke. Refleks på halsen er ikke egnet fordi dyrene kan hekte seg fast i hverandre eller i vegetasjon.

Ifølge avisomtaler² av forsøket ble tiltaket ansett som effektiv, dvs. at de fleste dyr som ble påkjørt, ikke hadde refleks, mens nesten ingen av dem med refleks ble påkjørt. Lignende forsøk er gjort i Finland hvor reinsdyrgevir ble sprayet med reflekterende maling³. Det er ikke funnet publiserte empiriske studier som har evaluert tiltaket.

Reinsdyrene i forsøkene var tamrein. Effekten kan antas å være den samme for villrein (eller annet hjortevilt), men det vil være mer krevende eller umulig å sette refleks på disse. Dersom refleks settes på gevir (som trolig er det mest effektive) må dette gjøres hvert år da dyrene mister gevirene hvert år.

Påkjørsler av tamrein inngår ikke i hvorteviltregisterets statistikk over viltpåkjørsler. De inngår likevel i personskadeulykkesstatistikken, men bare dersom en person er skadd i påkjørselen.

4.5 Oppsummering

En oversikt over trafikksikkerhetseffektene som er funnet for tiltakene som er beskrevet i denne rapporten, er vist i tabell 2.

For de fleste vegtiltakene som er rettet mot bilister (fareskilt, informasjonstiltak), ble det ikke funnet noen effekter. Et mulig unntak er variable skilt (fareskilt, nedsatt fartsgrense) med viltdektorer som kun aktiveres når vilt oppholder seg ved vegen eller er i ferd med å krysse vegen. Forutsetningen er at systemet oppleves som pålitelig av bilistene, dvs. at de opplever en sammenheng mellom aktivert varsling og (synlig) vilt ved vegen. Hvorvidt vegbelysning er et effektivt tiltak er usikkert; vegbelysning reduserer oppdagelsesavstanden for vilt, men kan også føre til økt fart.

² <https://www.nrk.no/troms/fikk-pakjort-24-rein-pa-kort-tid-1.11448524> (sist besøkt 24. august 2018)

³ <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/avoid-deer-strikes-finland-painting-deer-antlers-reflective-paint-180949792/>

Det mest effektive tiltaket er trolig vilttette gjerder med tilrettelagte krysningmuligheter (tunnel, bro eller «gangfelt» med viltdektektor og varsling for bilistene). Forutsetningen er at gjerdet er tett og lang nok (ellers vil dyrene ta seg gjennom gjerdet eller krysse vegen ved gjerdenes ende), samt at krysningmulighetene er utformet slik at de faktisk tas i bruk av viltet (noe som ikke alltid er tilfelle).

Biler med god passiv sikkerhet kan redusere skadegraden i ulykker. Hvorvidt aktive sikkerhetstiltak kan påvirke antall påkjørsler er hittil ikke empirisk undersøkt.

Rydding av vegetasjon langs vegkanten kan redusere antall vilt påkjørsler, i hovedsak om vinteren. Dette gjelder imidlertid bare dersom vegkanten holdes permanent fri for vegetasjon, ellers vil den nye vegetasjonen som kommer opp, tiltrekke flere dyr.

Mer overordnede tiltak som har som mål å påvirke vilttettheten i nærheten av veger (jakt, fôring) kan redusere vilt påkjørsler.

Tabell 2: Virkninger av tiltak mot viltulykker på antall ulykker, fart og viltets atferd. Oversikt over empiriske resultater.

	Virkning på viltpåkjørslers	Andre effekter
<u>Vegtiltak rettet mot bilistene</u>		
Permanente fareskilt	Ingen effekt	
Sesongfareskilt	Mulig kortvarig reduksjon av antall påkjørsler	
Variable trafikkskilt	Redusert antall påkjørsler (mellom 50-80%, men usikre) på kort sikt; langtidseffekt ikke empirisk undersøkt, avhenger trolig av hvorvidt skiltene oppleves som pålitelige	Resultatene for effekt på fart spriker Større fartsreduksjoner under vanskeligere forhold
Nedsatt fartsgrense	Mulig reduksjon av antall påkjørsler	
Vegbelysning	Usikker effekt (sprikende resultater)	Muligens økt fart
Informasjonstiltak	Trolig liten eller ingen effekt	
<u>Vegtiltak som skal endre dyrenes atferd</u>		
Viltgjerde	Trolig ingen sammenlagt effekt: - Redusert antall påkjørsler på inngjerdet strekning - Mulig økning ved endene av den inngjerdede strekningen	Hindrer viltets naturlige forflyttinger
Viltgjerde med planskilt krysningssted	Redusert antall påkjørsler på inngjerdet strekning (reduisert 70-100% i de fleste studiene) Flere eller færre påkjørsler ved endene, avhengig av gjerdets lengde og hvorvidt krysningsmulighetene brukes	Hvorvidt viltet tar krysningsmulighetene i bruk avhenger av utformingen
Viltgjerde med planoverganger	Redusert antall påkjørsler (reduisert med 40% eller mer)	
Viltspeil og reflektorer	Ingen effekt	Muligens økt fart og kortere oppdagelsesavstand for vilt
Luktstoffer	Ingen effekt	Muligens kortvarig avskrekkende effekt
Lydsignaler / kombinerte lyd- og lyssignaler	Ingen effekt (mulig effekt med imiterte naturlige varslingslyder fra dyr)	
Vegsalt	Økt antall påkjørsler hvor vegsalt samler seg i pøler ved vejen	
<u>Kjøretøytiltak</u>		
Passiv sikkerhet	Redusert skadegrad	
Viltvarsling	Mulig reduksjon av antall påkjørsler (ikke empirisk undersøkt)	
Lydsignaler	Ingen effekt	
<u>Skog og viltforvaltning</u>		
Rydding av vegetasjon langs vegkanten	Redusert eller uendret antall påkjørsler (sprikende resultater)	Ny vegetasjon på ryddede flater kan tiltrekke vilt og øke antall påkjørsler Fjerning av større trær kan redusere skadegraden i utforkjøring
Føringsplasser borte fra vejen	Mulig reduksjon av antall påkjørsler (gjelder kun om vinteren)	Kan medføre økte skogsskader Kan bidra til spredning av sykdommer
Bestandsreduksjon	Redusert antall påkjørsler	
Refleksmerking av tamrein	Mulig reduksjon av antall påkjørsler (ikke dokumentert i empiriske studier)	

5 Virkning på framkommelighet

De fleste tiltak mot viltulykker påvirker ikke framkommeligheten for bilister. Redusert fartsgrense vil føre til noe økte reisetider i den grad bilistene overholder fartsgrensen. Permanent reduserte fartsgrenser kan forventes å ha større effekt enn variable fartsgrenser som er koblet til viltdektorer, f.eks. ved tilrettelagte krysningssteder for vilt, hvor fartsgrensen settes ned kun når det er vilt ved veien.

En finsk undersøkelse (Lehtimäki, 1979) viste at gjennomsnittsfarten på veier med viltspeil var 2-5 km/t høyere enn på veier uten viltspeil. Siden viltspeil ikke lenger benyttes i Norden, har dette resultatet liten praktisk interesse i dag.

6 Virkning på miljøforhold

Reduserte fartsgrenser kan føre til reduserte utslipp.

Viltgjerdet uten (hensiktsmessige) krysningsmuligheter kan ha konsekvenser for trekk av hjortevilt mellom beiteområder. Når tiltak fører til at leveområder for viltstammer blir delt opp, kan utvekslingen av genetisk materiale innenfor eller mellom viltstammer bli svekket, noe som på lang sikt kan ha negativ innvirkning på utviklingen av viltstammene (D'Angelo et al., 2004).

På den andre siden kan veger uten tiltak også være hindre for viltet. Veger med en trafikkmengde på over 4.000 kjøretøy per døgn kan anses om hinder og veger med en trafikkmengde på over 10.000 kjøretøy per døgn kan anses som barriere (dvs. at praktisk talt alle dyr som krysser vegen, blir påkjørt; Olsson, 2007).

Fjerning av vegetasjon langs vegkanter kan forandre landskapsbildet. Bruk av sprøytemidler kan det ha negative miljøeffekter, spesielt Glyfosat (RoundUp) som er forbudt i produksjon av mat, men er tillatt i bruk på bla. jernbane og langs veg.

Jakt og fôring som påvirker viltbestander eller den geografiske fordelingen av vilt, kan føre til økte eller reduserte beiteskader på skog. Fôring kan føre til økte beiteskader på skog i området rundt fôringsplassene (van Beest et al., 2010; Sahlsten et al., 2010)

7 Kostnader

Det er ikke funnet aktuelle oversikter over kostnader for tiltak mot viltulykker. Noen kostnadstall foreligger fra 2007 (Statens vegvesens håndbok 115; nå håndbok V723). De fleste kostnadene er i dag betydelig høyere. Noen oppdaterte tall (alle eks. mva.) foreligger fra Statens vegvesen, Region nord:

- Oppsetting av skilt koster ca. 4000-5000 kr. per skilt pluss arbeidsvarsling på ca. 2000 kr.
- Ved viltkryssinger er kostnaden for fire ettergivende lysmaster omtrent 240.000 kr. pluss strømtilførsel. Kostnaden for strømtilførsel er omtrent 50.000 kr. (inkl. graving over veg m.m.), men kan være på flere millioner hvis det ikke strøm i grøften.
- Siktrydding kostet i 2007 omtrent 40.000 kr. per km veg. Denne kostnaden er i dag betydelig høyere. Årlig vedlikehold koster omtrent 4000 kr. per km veg.
- Fjerning av brøytekant kostet mellom 400 og 1000 kr. per km veg i 2007 og er i dag betydelig dyrere.

8 Nytte-kostnadsvurderinger

Både kostnader og virkninger av tiltak mot viltulykker avhenger i stor grad av lokale forhold og utforming av tiltakene. Elvik et al. (2009) har i et regneeksempel belyst hvor mye tiltak maksimalt kan koste uten å være samfunnsmessig ulønnsomme. Alle kostnadene i regneeksempelen gjelder 2007-kroner. Forventede skadekostnader (knyttet til personskader) ved viltpåkjørsler er estimert til 156.100 kr. per elgpåkjørsel og 12.900 kr. per påkjørsel av annet hjortevilt. Dette gjelder alle påkjørsler hvor dyret blir drept, uansett om en person blir skadet eller ikke (skadekostnadene for en gjennomsnittlig personskadeulykke med dyr innblandet er ca. 2 mill. kr.). Den forventede årlige skadekostnaden knyttet til elgpåkjørsler vil dermed være ca. 45.000 kr. per kilometer veg med i gjennomsnitt 0,29 elgpåkjørsler per kilometer per år. Tiltak som reduserer elgpåkjørsler med 50% kan følgelig koste opptil 27.500 kr. per kilometer uten å være samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Tiltak kan koste mer enn dette når man også tar hensyn til kostnader knyttet til elgpåkjørsler som ikke inngår i regnestykket: Kostnader for viltmyndene for bl.a. ettersøk og fjerning av kadavre, samt verditapet knyttet til elgene (jakt og kjøtt). Det er heller ikke tatt hensyn til bl.a. endringer i omfang og geografisk fordeling av skogsskader, viltets bestandsutvikling og jaktmuligheter.

9 Referanser

- Al-Kaisy, A., Hardy, A. & Nemfakos, C. (2008). Static warning signs of occasional hazards: do they work? *ITE Journal*, 2008(6), 38-42.
- Almkvist, B., André, T., Ekblom, S. & Rempler, S.-A. (1980). Viltulykker med vägtrafik (VIOL). Slutrapport. 1980-02-21. Rapport TU 143. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen, 1980.
- Andreassen, H.P., Gundersen, H. & Storaas, T. (2005). The effect of scent-marking, forest cleaning and supplemental feeding on moose-train collisions. *Journal of Wildlife Management*, 69, 1125-1132.
- Armstrong, J. J. (1992). An evaluation of the effectiveness of Swareflex deer reflectors. Ontario Ministry of Transportation Research and Development Branch Report No. MAT-91-12.
- Attah, I. (2012). An evaluation of the effectiveness of wildlife crossings on mule deer and other wildlife. Report, University of Nevada, Reno.
- Babińska-Werka, J., Krauze-Gryz, D., Wasilewski, M. & Jasińska, K. (2015). Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 38, 6-14.
- Ball, J.P. & Dahlgren, J. (2002). Browsing damage on pine (*Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*) by a migrating moose (*Alces alces*) population in winter: relation to habitat compositions and road barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17, 427-435.
- Beilinson, L. (2001). Using transport telematics in preventing animal accidents. Proceedings of the conference road safety on three continents in Pretoria, South Africa.
- Bélanger-Smith, K. (2014). Evaluating the effects of wildlife exclusion fencing on road mortality for medium-sized and small mammals along Quebec's Route 175. Concordia University.
- Bissonette, J.A. & Hammer, M. (2000). Effectiveness of earthen return ramps in reducing big game highway mortality in Utah. Report UT-01.09. Utah Department of Transportation.
- Bissonette, J. A. & Kassir, C. A. (2008). Locations of deer-vehicle collisions are unrelated to traffic volume or posted speed limit. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1), 122-130.
- Bissonette, J. A. & Rosa, S. (2012). An evaluation of a mitigation strategy for deer-vehicle collisions. *Wildlife Biology*, 18(4), 414-423.
- Blackwell, B. F. & Seamans, T. W. (2009). Enhancing the Perceived Threat of Vehicle Approach to Deer. *The Journal of Wildlife Management*, 73(1), 128-135.
- Blamey, G. & Blamey, G. (1990). The results of a deer survey carried out on an area between Hatfield forest and Dunnow, Essex. Ove Arup and Partners, London.

- Brieger, F., Hagen, R., Vetter, D., Dormann, C. F. & Storch, I. (2016). Effectiveness of light-reflecting devices: A systematic reanalysis of animal-vehicle collision data. *Accident Analysis & Prevention*, 97, 242-260.
- Brieger, F., Kämmerle, J.-L., Martschuk, N., Ortmann, S. & Hagen, R. (2017). No evidence for a 'warning effect' of blue light in roe deer. *Wildlife Biology*, 2017(1), wlb.00331.
- Bruinderink, G. & Hazebroek, E. (1996). Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*, 10, 1059-1067.
- CDC (2006). Injuries from motor-vehicle collisions with moose--Maine, 2000-2004. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 55, 1272-1274.
- Clevenger, A.P. & Waltho, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological conservation*, 121, 453-464.
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B. & Gunson, K.E. (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 29, 646-653.
- Clevenger, A. P., Barrueto, M., Gunson, K. E., Caryl, F. M. & Ford, A. T. (2015). Context-dependent effects on spatial variation in deer-vehicle collisions. *Ecosphere*, 6(4), 1-20.
- Craighead, L., Craighead, A., Oechsli, L., Kociolek, A. (2011). Bozeman Pass Post-fencing Wildlife Monitoring. Report No. FHWA/MT-10-006/8173. Western Transportation Institute - Montana State University and Craighead Institute, Bozeman, Montana, USA.
- D'Angelo, G. & van der Ree, R. (2015). Use of reflectors and auditory deterrents to prevent wildlife-vehicle collisions. *Handbook of road ecology*, 213.
- D'Angelo, G.J., Warren, R.J., Miller, K.V. & Gallagher, G.R. (2004). Evaluation of strategies designed to reduce deer-vehicle collisions. Report. Georgia Department of Transport.
- De Naples, G. (2016). Oh Deer! Analyzing the Impact of RIT Expansion and Development on White-tailed Deer (*Odocoileus Virginianus*) and Vehicle Collisions from 1993-2014.
- DeNicola, A. J. & Williams, S. C. (2008). Sharpshooting suburban white-tailed deer reduces deer-vehicle collisions. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1), 28-33.
- Diaz-Varela, E. R., Vazquez-Gonzalez, I., Marey-Pérez, M. F. & Álvarez-López, C. J. (2011). Assessing methods of mitigating wildlife-vehicle collisions by accident characterization and spatial analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 16(4), 281-287.
- Dodd, N.L., Gagnon, J.W. & Schweingsburg, R.E. (2003). Evaluation of Measures to minimize wildlife-vehicle collisions and maintain wildlife permeability across highways in Arizona, USA. *ICOET 2003 Proceedings*, 353-354.
- Donaldson, B., Kweon, Y.-J. & Lloyd, L. N. (2015). An Evaluation of Roadside Activity and Behavior of Deer and Black Bear to Determine Mitigation Strategies for Animal-Vehicle Collisions. Report VTRC 16-R4. Virginia Transport Research Council.
- Dussault, C., Roulin, M., Courtois, R. & Ouellet, J.P. (2006). Temporal and spatial distribution of moose-vehicle accidents in the Laurentides Wildlife Reserve, Quebec, Canada. *Wildlife Biology* 12, 415e426.

- Eldegard, K., Lyngved, J. T. & Hjeljord, O. (2012). Coping in a human-dominated landscape: trade-off between foraging and keeping away from roads by moose (*Alces alces*). *European journal of wildlife research*, 58(6), 969-979.
- Elmeros, M., Winbladh, J. K., Andersen, P. N., Madsen, A. B. & Christensen, J. T. (2011). Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): A field test. *European journal of wildlife research*, 57(6), 1223-1226.
- Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. & Sørensen, M.W.J. (2009). *Handbook of Road Safety Measures*. Emerald.
- Elvik, R. (2013). A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 854-860.
- Farrell, T.M., Sutton, J.E., Clark, D.E., Horner, W.R., Morris, K.I., Finison, K.S., Menchen, G.E. & Cohn, K.H. (1996). Moose-motor vehicle collisions. An increasing hazard in northern New England. *Archives of Surgery*, 131, 377-381.
- Farstad, E. (2014). *Transportytelser i Norge 1946-2013*. TØI-Rapport 1359/2014. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Finder, R.A., Roseberry, J.L. & Woolf, A. (1999). Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*, 44, 77-85.
- Forslund, D. & Bjärkefur, J. (2014). Night vision animal detection. 2014 IEEE Intelligent Vehicles Symposium Proceedings, 737-742.
- Found, R. & Boyce, M. S. (2011A). Predicting deer-vehicle collisions in an urban area. *Journal of Environmental Management*, 92(10), 2486-2493.
- Found, R. & Boyce, M. S. (2011B). Warning signs mitigate deer-vehicle collisions in an urban area. *Wildlife Society Bulletin*.
- Fraser, D. & E. R. Thomas (1982). Moose-vehicle accidents in Ontario: relation to highway salt. *Wildlife Society Bulletin* 10:261-265.
- Gagnon, J.W., Dodd, N.L., Sprague, S.C., Ogren, K & Schweinsburg, R.E. (2010). Preacher Canyon Wildlife Fence and Crosswalk Enhancement Project State Route 260, Arizona. Final Report - Project JPA 04-088. Arizona Game and Fish Department, Research Branch, Arizona.
- Gagnon, J.W., Loberger, C.D., Sprague, S.C., Ogren, K.S., Boe, S.L. & Schweinsburg, R.E. (2015). Cost-effective approach to reducing collisions with elk by fencing between existing highway structures. *Hum. Wildl. Interact.* 9, 248-264.
- Gibby, A.R. & Clewell, R. (2006). Evaluation of wildlife warning systems and other countermeasures. Report NV-RTD-06-010. Nevada Department of Transportation.
- Gkritza, K., Baird, M. & Hans, Z. N. (2010). Deer-vehicle collisions, deer density, and land use in Iowa's urban deer herd management zones. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1916-1925.
- Gordon, K. & Anderson, S. (2003). Evaluation of an underpass installed in US Highway 30 at Nugget Canyon, Wyoming, for migrating mule deer. Report FHWA-WY-03/01F.
- Gordon, K.M., Anderson, S.H., Gribble, B. & Johnson, M. (2001). Evaluation of the FLASH (Flashing light Animal Sensing Host) system in Nugget Canyon, Wyoming. Report FHWA-WY-01/03F, University of Wyoming, Laramie, WY.

- Grace, M. K., Smith, D. J. & Noss, R. F. (2017). Reducing the threat of wildlife-vehicle collisions during peak tourism periods using a Roadside Animal Detection System. *Accident Analysis & Prevention*, 109, 55-61.
- Grosman, P. D., Jaeger, J. A. G., Biron, P. M., Dussault, C. & Ouellet, J. (2009). Reducing moose-vehicle collisions through salt pool removal and displacement: An agent based modeling approach. *Ecology & Society*, 14(2).
- Gundersen, H., Andreassen, H. P. & Storaas, T. (1998). Spatial and temporal correlates to Norwegian moose-train collisions. *Alces*, 34, 384-394.
- Gundersen, H., Andreassen, H. P. & Storaas, T. (2004). Supplemental feeding of migratory moose *Alces alces*: Forest damage at two spatial scales. *Wildlife Biology*, 10, 213-223.
- Gunson, K. E., Mountrakis, G. & Quackenbush, L. J. (2011). Spatial wildlife-vehicle collision models: A review of current work and its application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management*, 92(4), 1074-1082.
- Gunther, K.A., Biel, M.J. & Robison, H.L. (1998). Factors Influencing the Frequency of Road-killed Wildlife in Yellowstone National Park. In the Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation. Held in Fort Myers, FL, February 9 to 12, 1998, pp. 395 to 405.
- Hagberg, T. (2015). Viltvisslare. Examensarbete. Luleå tekniska universitet Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle.
- Haikonen, H. & Summala, H. (2001). Deer-vehicle crashes – Extensive peak at 1 hour after sunset. *American Journal of Preventive Medicine*, 21, 209-213.
- Hothorn, T., Müller, J., Held, L., Möst, L. & Mysterud, A. (2015). Temporal patterns of deer-vehicle collisions consistent with deer activity pattern and density increase but not general accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, 81, 143-152.
- Huijser, M. P. & Kociolek, A. V. (2008). Wildlife-vehicle collision and crossing mitigation measures: a literature review for Blaine County, Idaho. Western Transportation Institute, Montana State University, Bozeman.
- Huijser, M. P., Duffield, J. W., Clevenger, A. P., Ament, R. J. & McGowen, P. T. (2009). Cost-Benefit Analyses of Mitigation Measures Aimed at Reducing Collisions with Large Ungulates in the United States and Canada a Decision Support Tool. *Ecology and Society*, 14(2).
- Huijser, M. P., Mosler-Berger, C., Olsson, M. & Strein, M. (2015). Wildlife Warning Signs and Animal Detection Systems Aimed at Reducing Wildlife-Vehicle Collisions. *Handbook of road ecology*, 198-212.
- Huijser, M. P., Fairbank, E. R., Camel-Means, W., Graham, J., Watson, V., Basting, P. & Becker, D. (2016). Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation*, 197, 61-68.
- Huijser, M. P., Fairbank, E. R. & Abra, F. D. (2017). The Reliability and Effectiveness of a Radar-Based Animal Detection System. Idaho Transportation Department.
- Hussain, A., Armstrong, J.B., Brown, D.B. & Hogland, J. (2007). Land-use pattern, urbanization, and deer-vehicle collisions in Alabama. *Human-Wildlife Conflicts* 1 (1), 89-96.

- Hygnstrom, S. E., VerCauteren, K. C., Groepper, S. R., Garabrandt, G. W. & Gubanyi, J. A. (2011). Effects of seasons and hunting on space use by female white-tailed deer in a developed landscape in southeastern Nebraska. *Wildlife Society Bulletin*, 35(3), 220-226.
- Høye, J.K. (2005). Elgforvaltning i ubalanse. *Glommen*, 2, 4-5.
- Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P. H. & Wiseth, B. (1991). Moose - train collisions: the effects of vegetation removal with a cost – benefit analysis. *Alces* 27, 93-99.
- Jones, P.F. (2014). Scarred for life: the other side of the fence debate. *Hum. Wildl. Interact.* 8, 150–154.
- Khalilikhah, M. & Heaslip, K. (2017). Improvement of the performance of animal crossing warning signs. *Journal of Safety Research*, 62, 1-12.
- Kistler, R. (1998). Wissenschaftliche Begleitung der Wildwarnanlagen CALSTROM WWA-12-S. Zürich: Infodienst Wildbiologie & Oekologie.
- Knapp, K.K., Yi, X., Oakasa, T., Thimm, W., Hudson, E. & Rathmann, C. (2004). Deer-vehicle crash countermeasure toolbox: A decision and choice resource. Final Report. University of Wisconsin-Madison, Midwest Regional University Transportation Center.
- Krafft, M., Kullgren, A., Stigson, H. & Ydenius, A. (2011). Bilkollision med älg – utvärdering av verkliga olyckor och krockprov. <https://nyhetsrum.folksam.se/sv/files/2011/10/Folksam-algrapport-2011.pdf> (last accessed 03/08/2017).
- Kruger, H.-H. & Wolfel, H. (1991). Behavioral response of fallow deer to various types of simulated underpasses. *Proceedings of the XXth Congress of the International Union of Game Biologists*, 591.
- Kruuse, M., Enno, S.-E. & Oja, T. (2016). Temporal patterns of wild boar-vehicle collisions in Estonia, at the northern limit of its range. *European journal of wildlife research*, 62(6), 787-791.
- Lavsund, S. & Sandegren, F. (1991). Moose vehicle relations in Sweden: a review. *Alces*, 27, 118-126.
- Lehnert, M.E. & Bissonette, J.A. (1997). Effectiveness of Highway Crosswalk Structures at Reducing Deer-Vehicle Collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 25, 809-818.
- Lehtimäki R. (1979). Elk mirrors and traffic. Helsinki: The Central Organization for Traffic Safety 27/1979.
- Lehtimäki, R. (1981). Fences for protection of traffic and deer. Summary. Duplicates of Research Section of Liikenneturva 37/1981. Helsinki, The Central Organization for Traffic Safety (Liikenneturva).
- Lehtimäki, R. (1984). Elk and white tail deer as traffic hazards. Liikenneturva, Research Department, Helsinki.
- Lien Aune, L. (2004). Viltreflektorers virkning på elgens kryssing av vei. Bacheloroppgave, Høgskolen i Hedmark.
- Lindstrøm, I. M. (2016). No mitigating effects of roadside vegetation clearing on ungulate-vehicle collisions in Nord-Trøndelag. NTNU.

- Ludwig, J. & Bremicker, T. (1983). Evaluation of 2.4-m fences and one-way gates for reducing deer-vehicle collisions in Minnesota. *Transportation Research Record* 913:19-22.
- Lutz, W. (1994). Ergebnisse der Anwendung eines sogenannten Duftzaunes zur Vermeidung von Wildverlusten durch den Strassenverkehr nach Gehege- und Freilandorientierungen. *Zeitschrift fuer Jagdwissenschaft*, 40, 91-108.
- Malo, J.E., Suarez, F. & Diez, A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology* 41, 701e710.
- Mastro, L. L., Conover, M. R. & Frey, S. N. (2008). Deer-vehicle collision prevention techniques. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1), 80-92.
- Mastro, L. L., Conover, M. R. & Frey, S. N. (2010). Factors influencing a motorist's ability to detect deer at night. *Landscape and Urban Planning*, 94(3), 250-254.
- McCance, E. C., Baydack, R. K., Walker, D. J. & Leask, D. N. (2015). Spatial and temporal analysis of factors associated with urban deer-vehicle collisions. *Human-Wildlife Interactions*, 9(1), 12.
- McShea, W. J., Stewart, C. M., Kearns, L. J., Licciol, S. & Kocka, D. (2008). Factors affecting autumn deer-vehicle collisions in a rural Virginia county. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1), 110-121.
- Meisingset, E. L., Loe, L. E., Brekkum, Ø. & Mysterud, A. (2014). Targeting mitigation efforts: The role of speed limit and road edge clearance for deer-vehicle collisions. *The Journal of Wildlife Management*, 78(4), 679-688.
- Messelt, H. (1994). Vilt på tvers av veien. Seminar om viltpåkørsler 22 juni 1994 i Drammen. Koppang vegstasjon.
- Meyer, E. (2006). Assessing the effectiveness of deer warning signs. Report No. K-TRAN: KU-03-6. University of Michigan.
- Milner, J. M., Van Beest, F. M., Schmidt, K. T., Brook, R. K. & Storaas, T. (2014). To feed or not to feed? Evidence of the intended and unintended effects of feeding wild ungulates. *The Journal of Wildlife Management*, 78(8), 1322-1334.
- Mohammad Ashkan Sharafsaleh, P.E., Huijser, M., Nowakowski, C., Greenwood, M.C., Hayden, L., Felder, J. & Wang, M. (2012). Evaluation of an Animal Warning System Effectiveness Phase Two-Final Report. Institute for Transportation Studies, University of California at Berkeley, Berkeley, California.
- Muurinen, I. & Ristola, T. (1999). Elk accidents can be reduced by using transport telematics. *Fincontact*, 7(1), 7-8. Available from the internet, accessed 8 August 2003.
- Mäkelä, O. & Kärki, J.-L. (2004). Tievalaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuuteen ja ajonopeuksiin (Impact of road lighting on road safety and driving speeds). Helsinki: Tiehallinnon selvityksiä 18/2004.
- Neumann, W., Ericsson, G., Dettki, H., Bunnefeld, N., Keuler, N. S., Helmers, D. P. & Radeloff, V. C. (2012). Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation*, 145(1), 70-78.
- Ng, S.J., Dole, J.W., Sauvajot, R.M., Riley, S.P.D. & Valone, T.J. (2004). Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*, 115, 499-507.
- Ng, J. W., Nielsen, C. & St. Clair, C. C. (2008). Landscape and traffic factors influencing deer-vehicle collisions in an urban environment. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1), 34-47.

- Niemi, M., Rolandsen, C. M., Neumann, W., Kukko, T., Tiilikainen, R., Pusenius, J., . . . Ericsson, G. (2017). Temporal patterns of moose-vehicle collisions with and without personal injuries. *Accident Analysis & Prevention*, 98, 167-173.
- Nowakowski, C., Sharafsaleh, M. A. & Huijser, M. (2013). Preliminary Evaluation of Drivers' Responses to a Roadside Animal Warning System. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), 1953-1957.
- Nysted, E. (2005). Feeding stations as a measure to re-distribute moose in their winter habitat. Examensarbete (2005:11) i ämnet skoglig zoökologi. Umeå, Sverige: Sveriges Landbruksuniversitet.
- Olbrich, P. (1984). Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wildddurchlassen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 30, 101-116.
- Olsson, M.P.O. (2007). The use of highway crossings to maintain landscape connectivity for moose and roe deer. Dissertation, Karlstad University Studies.
- Olson, D. D., Bissonette, J. A., Cramer, P. C., Bunnell, K. D., Coster, D. C. & Jackson, P. J. (2015). How does variation in winter weather affect deer—vehicle collision rates? *Wildlife Biology*, 21(2), 80-87.
- Olsson, M.P.O., Widén, P. & Larkin, J.L. (2008). Effectiveness of a highway overpass to promote landscape connectivity and movement of moose and roe deer in Sweden. *Landscape and Urban Planning*, 85, 133-139.
- Oškinis, V., Ignatavičius, G. & Vilutienė, V. (2013). An evaluation of wildlife-vehicle collision pattern and associated mitigation strategies in Lithuania. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 12(12).
- Primi, R., Pelorosso, R., Nicolina Ripa, M. & Amici, A. (2009). A statistical GIS-based analysis of Wild boar (*Sus scrofa*) traffic collisions in a Mediterranean area. *Italian Journal of Animal Science*, 8(sup2), 649-651.
- Putman, R.J. (1997). Deer and road traffic accidents: Options for management. *Journal of Environmental Management*, 51, 43-57.
- Rea, R.V. (2012). Road Safety Implications of Moose Inhabiting an Urban-Rural Interface. *Urban Habitats*, 7.
- Rea, R. (2003). Modifying roadside vegetation management practices to reduce vehicular collisions with moose *Alces alces*. *Wildlife Biology*, 9(3), 81-91.
doi:10.2981/wlb.2003.030
- Reed, D.F., Woodard, T.N. & Pojar, T.M. (1975). Behavioral response of mule deer to a highway underpass. *Journal of Wildlife Management*, 39, 361-367.
- Reed, D. F., Woodard, T.N. & Beck, T.D.I. (1977). Highway Lighting to Prevent Deer-Auto Accidents. Final Report. Report CDOH-P&R-R-77-5. Colorado Division of Highways, 1977.
- Reed, D. F. & Woodard, T.N. (1981). Effectiveness of Highway Lighting in Reducing Deer-Vehicle Accidents. *Journal of Wildlife Management*, 45, 721 to 726.
- Riginos, C., Graham, M. W., Davis, M., Smith, C. & Johnson, A. (2015). Effects of wildlife warning reflectors ("deer delineators") on wildlife-vehicle collisions in central Wyoming. Report FHWA-WY-15/03F. State of Wyoming Department of Transportation and U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.

- Rogers, E. (2004). An ecological landscape study of deer vehicle collisions in Kent County, Michigan. Report by White Water Associates Inc. Prepared for Kent County Road Commission, Grand Rapids, Michigan.
- Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Herfindal, I., Van Moorter, B. & Sæther, B.-E. (2011). Large-scale spatiotemporal variation in road mortality of moose: Is it all about population density? *Ecosphere*, 2(10), art113.
- Romer, J. & Mosler-Berger, C. (2003). Preventing wildlife-vehicle accidents. The animal detection system CALSTROM: 3 Proceedings of Infra Eco Network Europe (IENE) Conference. Habitat fragmentation due to Transport Infrastructure and Presentation of the COST 341 action, 13-15 November 2003, Brussels, Belgium.
- Rytwinski, T., Soanes, K., Jaeger, J. A., Fahrig, L., Findlay, C. S., Houlihan, J., . . . van der Grift, E. A. (2016). How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *PloS one*, 11(11), e0166941.
- Sahlsten, J., Bunnefeld, N., Månsson, J., Ericsson, G., Bergström, R. & Dettki, H. (2010). Can supplementary feeding be used to redistribute moose *Alces alces*? *Wildlife Biology*, 16(1), 85-92.
- Savolainen, P. & Ghosh, I. (2008). Examination of factors affecting driver injury severity in Michigan's single-vehicle-deer crashes. *Transportation Research Record* (pp. 17-25).
- Sawyer, H., LeBeau, C., Hart, T. (2012). Mitigating roadway impacts to migratory mule deer - a case study with underpasses and continuous fencing. *Wildl. Soc. B* 36, 492-498.
- Seiler, A. (2005). Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology* 42:371-382.
- Sielecki, L. E. (2001). Evaluating the effectiveness of wildlife accident mitigation installations with the Wildlife Accident Reporting System (WARS) in British Columbia. Pages 473-489 in Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University.
- Siemers, J. L., Wilson, K. R. & Baruch-Mordo, S. (2013). Wildlife Fencing Escape Ramp Monitoring: Preliminary Results for Mule Deer in Southwest Colorado. International Conference on Ecology and Transportation (ICOET 2013).
- Simpson, N. O., Stewart, K. M., Schroeder, C., Cox, M., Huebner, K. & Wasley, T. (2016). Overpasses and Underpasses: Effectiveness of Crossing Structures for Migratory Ungulates. *The Journal of Wildlife Management*.
- Statens vegvesen (2014). Trafikantens opplevelse Rv 3 Østerdalen. FoU-Rapport nr. 299.
- Statens vegvesen Region Midt (2016). Gjennomgang av skilt for hjortevilt. Statens vegvesens rapporter Nr. 639.
- Statens vegvesen Region Nord (2016). Undersøkelse av fareskilt for vilt i Region nord. Region nord, Veg- og transportavdelingen, Plan og trafikk.
- Statens vegvesen (2018). Elgprosjektet i Akershus. Kortrapport nr. 102. Vegdirektoratet, Transportavdelingen, Klima og miljø.
- Statens vägverk (1979). Viltstängsel. Placering, kostnader och drift. Kunskapsläge 1978-12. Meddelande TU 1979:1. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen.
- Statens vägverk (1985). Viltstängsel. Olika typers effekt och kostnad. Meddelande TU 1985:2. Borlänge, Statens vägverk, Utvecklingssektionen.

- Statens vägverk (1987). Siktröjning som viltolycksminskande åtgärd. Rapport VV 1987:14. Borlänge, Statens vägverk, Serviceavdelning Planering och Projektering, Trafiksäkerhetssektionen.
- Steiner, W., Leisch, F. & Hackländer, K. (2014). A review on the temporal pattern of deer-vehicle accidents: Impact of seasonal, diurnal and lunar effects in cervids. *Accident Analysis & Prevention*, 66, 168-181.
- Stillfried, M., Belant, J. L., Svoboda, N. J., Beyer, D. E. & Kramer-Schadt, S. (2015). When top predators become prey: Black bears alter movement behaviour in response to hunting pressure. *Behavioural Processes*, 120, 30-39.
- Storaas, T., Gundersen, H., Henriksen, H. & Andreassen, H. P. (2001). The economic value of moose in Norway - a review. *Alces* 37, 97-107.
- Sullivan, T.L., Williams, A.F., Messmer, T.A., Hellinga, L.A. & Kyrychenko, S.Y. (2004). Effectiveness of temporary warning signs in reducing deer-vehicle collisions during mule deer migrations. *Wildlife Society Bulletin*, 32, 907-915.
- Sullivan, J. M. (2011). Trends and characteristics of animal-vehicle collisions in the United States. *Journal of Safety Research*, 42(1), 9-16.
- Sørensen, J.B. (2017). Moose-Vehicle Collisions in Northern Norway: Causes, Hotspot Detection and Mitigation. Master's Thesis, Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management.
- Thurfjell, H., Spong, G., Olsson, M. & Ericsson, G. (2015). Avoidance of high traffic levels results in lower risk of wild boar-vehicle accidents. *Landscape and Urban Planning*, 133, 98-104.
- Trafikverket (2017). Funktion och effekt av blå viltreflektorer. Rapport. Borlänge: Trafikverket.
- Transportforskningsdelegationen (1980). Viltolyckor. Trafikanterets beteende och muligheter att påverka detta. Rapport 1980:3. Stockholm, Transportforskningsdelegationen.
- Ujvári, M., Baagøe, H.J. & Madsen, A.B. (1998). Effectiveness of Wildlife Warning Reflectors in Reducing Deer-Vehicle Collisions: A Behavioral Study. *The Journal of Wildlife Management*, 62(3), 1094-1099.
- Valitzski, S. A., D'Angelo, G. J., Gallagher, G. R., Osborn, D. A., Miller, K. V. & Warren, R. J. (2009). Deer responses to sounds from a vehicle-mounted sound-production system. *The Journal of Wildlife Management*, 73(7), 1072-1076.
- van Beest, F. M. (2010). Factors affecting the spatiotemporal distribution of moose, with a special emphasis on supplementary feeding. Dissertation. Faculty of Mathematics and Natural Science, University of Oslo.
- van Beest, F. M., Gundersen, H., Mathisen, K. M., Milner, J. M. & Skarpe, C. (2010). Long-term browsing impact around diversionary feeding stations for moose in Southern Norway. *Forest Ecology and Management*, 259(10), 1900-1911.
- Voß, H. (2007). Unfallhäufungen mit Wildunfällen. Modellversuch im oberbergischen Kreis. *Unfallforschung der Versicherer*. Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherer.
- Väre, S. (1995). Riista-aitakokeilu valtatiellä 6. Tielaitoksen Selvityksiä 63/1995. Helsinki: Tiehallinto, Keskushallinto.

- Ward, A.L. (1982). Mule deer behaviour in relation to fencing and underpasses on Interstate 80 in Wyoming. *Transportation Research Record*, 859, 8-13.
- Waring, G.H., Griffis, J.L. & Vaugh, M.E. (1991). White-tailed deer roadside behaviour, wildlife warning reflectors and highway mortality. *Applied Animal Behavior Science*, 29, 215-223.
- West, P. W. (2008). UDOT wildlife and domestic animal accident toolkit. Report No. UT-08.07. Utah Department of Transportation Environmental Services.
- Wildenschild, H., Gade-Sørensen, L. & Harborg, T. (2013) Temaanalyse av trafikkulykker i tilknytning til vilt og andre dyr i perioden 2005-2011. Region Nord, Veg- og trafikkavdelingen, Miljø og trafikksikkerhet.
- Wildenschild, H. (2017). Personlig kommunikasjon, 30.07.2016.
- Wildenschild, H. (2019). Personlig kommunikasjon, 12.04.2019.
- Williams, A.F. & Wells, J.K. (2005). Characteristics of vehicle-animal crashes in which vehicle occupants are killed. *Traffic Injury Prevention*, 6, 56-59.
- Williams, S. C., DeNicola, A. J. & Ortega, I. M. (2008). Behavioral responses of white-tailed deer subjected to lethal management. *Canadian Journal of Zoology*, 86(12), 1358-1366.
- Wood, P. & Wolfe, M.L. (1988). Intercept feeding as a means of reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 16:376-380.

Transportøkonomisk institutt (TØI) Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se www.ciens.no). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Gautstadalléen 21
NO-0349 Oslo

22 57 38 00
toi@toi.no
www.toi.no